استعد للبكالوريا بتفوق

BAC

أحمد أمين خليفة

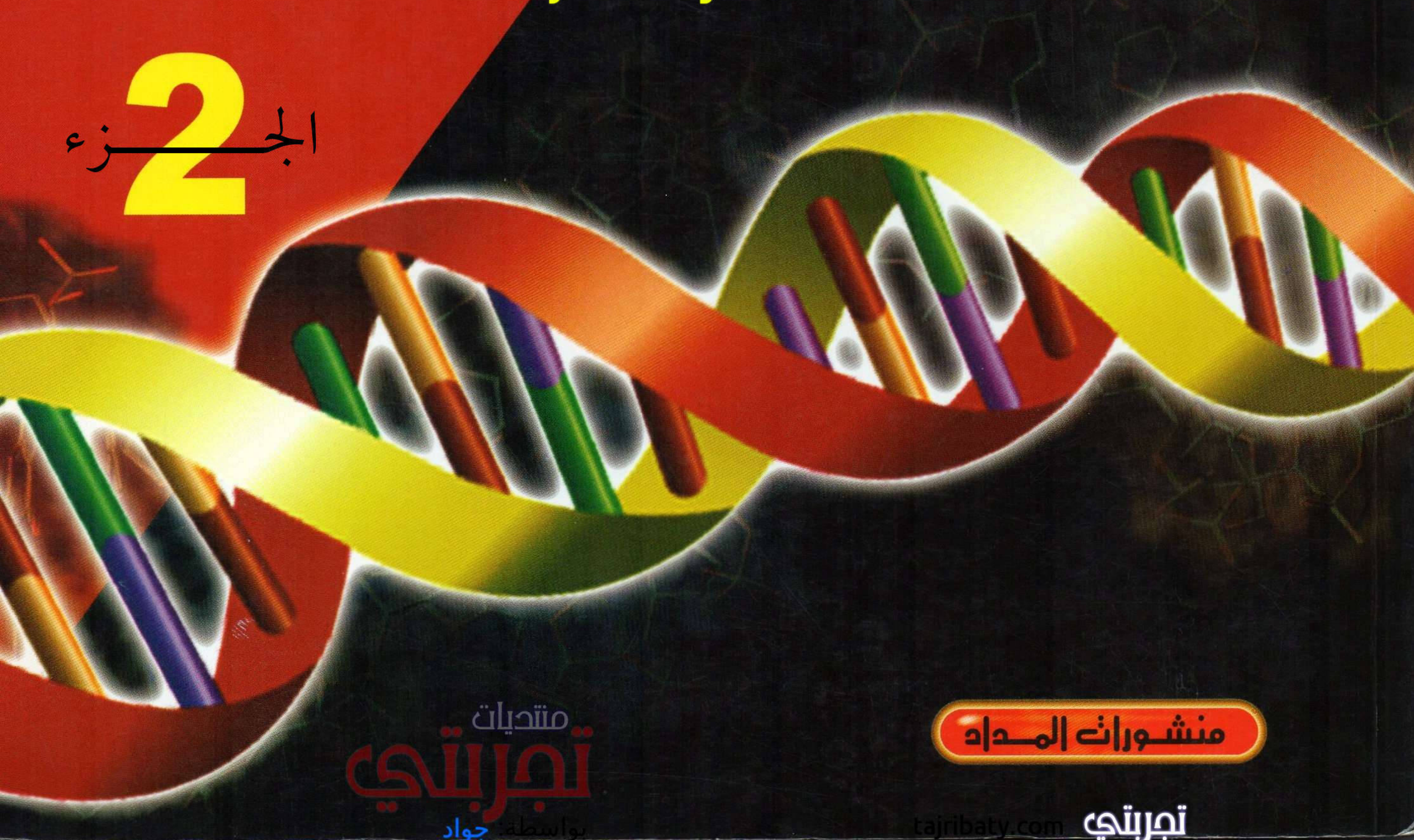
علوم الطبيعة والحياة

(تمارين محلولة)

وفق البرنامج الوزاري الجديد

علوم تجريبية

الجزء 2



منشورات المداد

أحمد أمين خليفة

علوم الطبيعة والحياة

(تمارين محلولة)

السنة الثالثة من التعليم الثانوي

علوم تجريبية

الجزء الثاني

منشورات المداد - باتنة





أنجز طبعه وتصفيفه على مطابع ش.ذ.م.م
عمار قرفي وشركائه ـ باتنة هاتف : 25 13 92 033



بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

الحمد لله والصلاة والسلام على رسول الله وعلى آله وصحبه ومن اتبع هداه.

بعد هيكلة التعليم الثانوي وإصلاح المنظومة التربوية بإدراج الطريقة الحديثة في التدريس المتمثلة في المقاربة بالكفاءات.

— ارتأيت أن أقدم هذا العمل المتواضع المتمثل في مجموعة من التمارين بشكله الجديد المتمثل بالحجم الكبير للكتاب والوثائق الملونة لمساعدة التلاميذ على فهم التمرين والتي اعتبرها سندا لأبنائنا التلاميذ وحتى زملائنا الأساتذة لتسهيل عملية البحث واعداد الفروض والامتحانات.

— هذا العمل يعتبر مكملا لمضمون الكتاب المدرسي الذي أعتبره مرجعا مثاليا ملما بكل جوانب البرنامج وبالمناسبة نتقدم بشكرنا الجزيل للفريق الذي قام بإنجازه على هذه الصورة الرائعة.

— أشكر كل من ساعدني من قريب أو بعيد على انجاز هذا العمل المتواضع وخاصة الأخ الأستاذ بوزيد فاتح، وأخيرا أرجو أن أكون شاركت ولو بجزء ضئيل جدا في خدمة التلميذ وما فيه خير العباد والبلاد والله ولي التوفيق.

أحمد أمين خليفة

باتنة في 2013/01/15

4 شارع سيدي حني

حي الأمير عبد القادر ـ سطا ـ باتنة



الإهـــداء

أهـدي هذا العمل الـمتواضع إلى روح والدي الكريـمين رحمهما الله

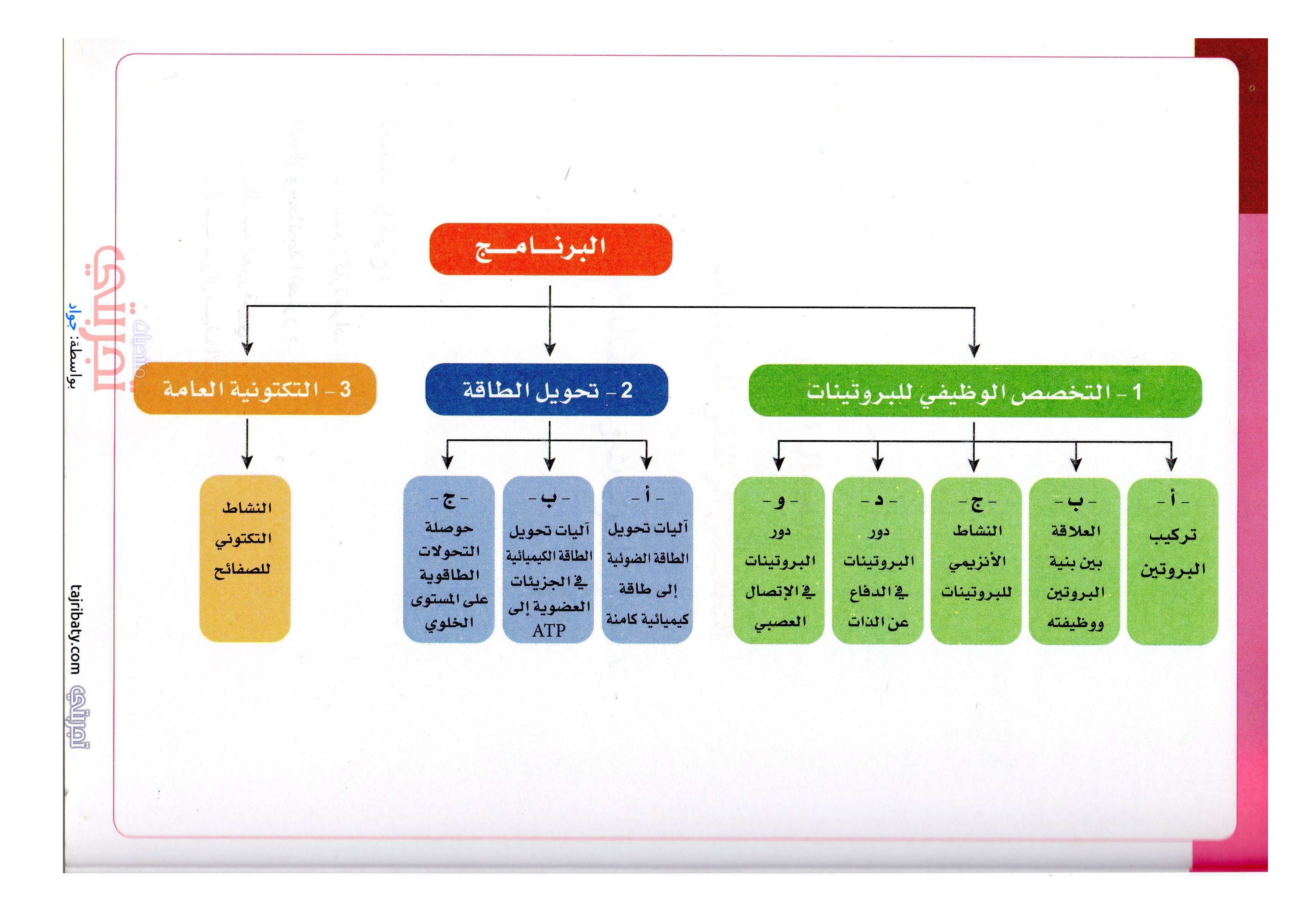
وإلى عائلتي الصغيرة الـمتمثلـة في زوجـتي وأبنائـي الأعـزاء

وخاصـة ابنتـي الوحيدة خديجـة

وحفيدي يعقوب ودارين (نسرين)

وإلـى كل زملائـي الأساتـذة وأبنائـي التلاميـذ




البرنامج
1 - التخصص الوظيفي للبروتينات
- أ - تركيب البروتين
- ب - العلاقة بين بنية البروتين ووظيفته
- ج - النشاط الأنزيمي للبروتينات
- د - دور البروتينات في الدفاع عن الذات
- و - دور البروتينات في الإتصال العصبي
2 - تحويل الطاقة
- أ - آليات تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة
- ب - آليات تحويل الطاقة الكيميائية في الجزيئات العضوية إلى ATP
- ج - حوصلة التحولات الطاقوية على المستوى الخلوي
3 - التكتونية العامة
النشاط التكتوني للصفائح

المجال الأول

التخصص الوظيفي للبروتينات

V – دور البروتينات في الإتصال العصبي

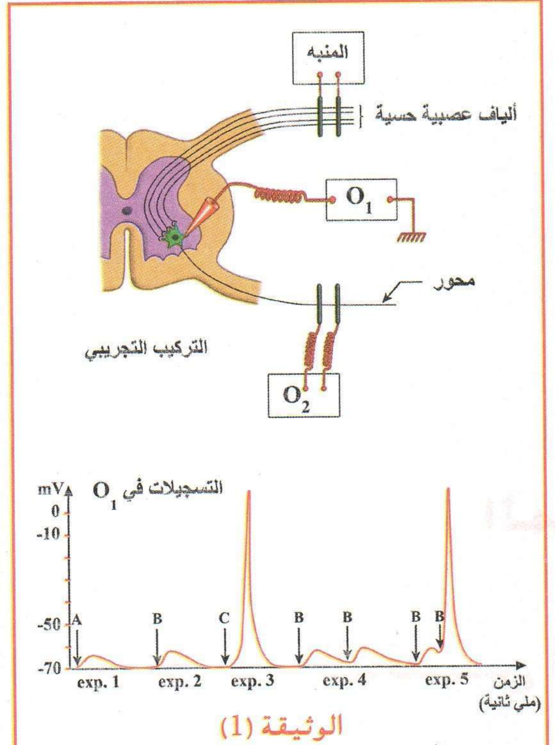




التمارين

تمرين 1

في المنعكس العضلي يتدخل عصبون حركي واحد، هذا العصبون الحركي يتلقى عن طريق عدة ألياف عصبية جابذة (ألياف من النمط 1) معلومات آتية من العضلة التي يعصبها، فهو يتلقى أيضا ألياف عصبية أتية من عضلات متضادة (متعاكسة) عن طريق ألياف عصبية جابذة أخرى (ألياف من النمط 2). يدخل إلكترود مجهري في الجسم الخلوي لهذا العصبون الحركي وهذا الإلكترود متصل بجهاز يسمح بتتبع مستمر للحالة الكهربائية للسيتوبلازم.



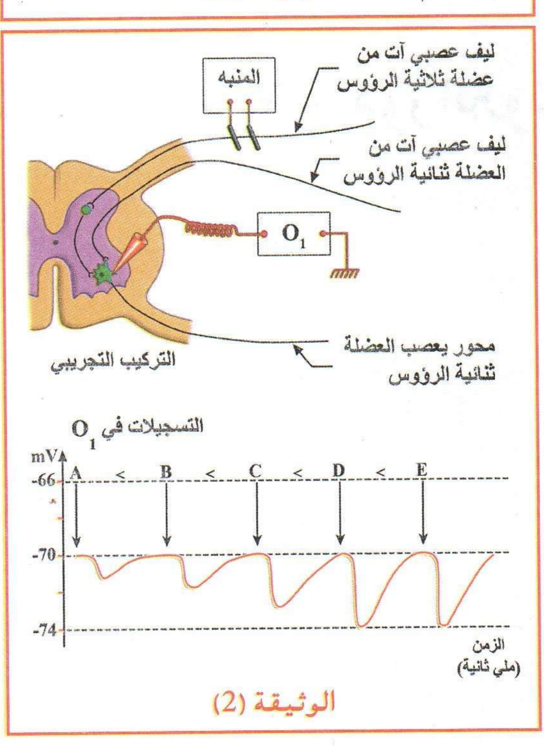
الوثيقة (1)

السلسلة الأولى من التجارب: تنبيه ألياف من النمط 1.

سجلنا إستجابات العصبون الحركي لتنبيهات الألياف من النمط 1 بشدات متزايدة $C > B > A$ (التجارب 1، 2، 3 من الوثيقة 1)، في حين التجارب 4 و5 من نفس الوثيقة تتمثل في تنبيه الألياف بتنبيهين متقاربين بشدة B بزمن متباعد، التسجيلات المحصل عليها هي إستجابات لنفس العصبون الحركي.

1 — فسر هذه التسجيلات الكهربائية؟

2 — حدد آلية عمل هذا المشبك؟



الوثيقة (2)

السلسلة الثانية من التجارب: تنبيه الألياف من النمط 2.

تنبه الألياف من النمط 2 بشدات متزايدة، إن إستجابات العصبون الحركي ممثلة في الوثيقة 2.

3 — ماذا تبين التسجيلات المحصل عليها؟

– حدد نوع المشابك المعنية.

4 — قدر الزمن الضائع الملاحظ في كل سلسلة من التجارب.

– قارن بينهما واقترح تفسيرا للإختلاف الملاحظ.

5 — أنجز رسما تخطيطيا للشبكة العصبونية المتدخلة في المنعكس الناتج عن التمدد المفاجئ لعضلة الساق ونتيجة تنبيه الوتر العضلي.

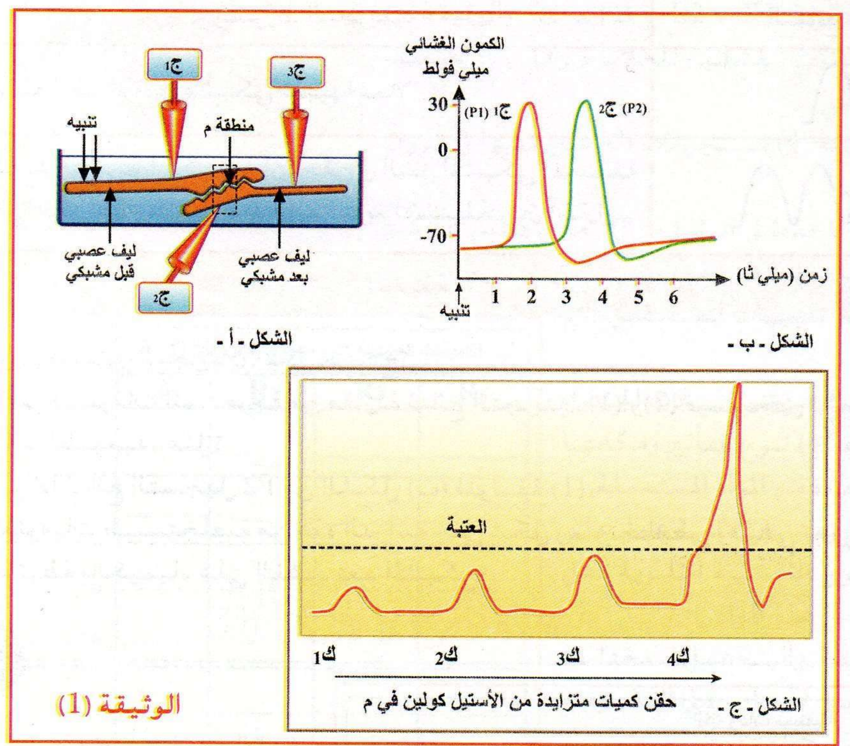
تمرين 2

إن التنبيه الفعال لليف العصبي القبل مشبكي يولد كمون عمل ينتشر حيث تلعب القنوات الفولطية دورا أساسيا في ذلك.



نريد معرفة عمل القنوات المبوبة كميائيا (المرتبطة بالكيمياء) في مستوى المشابك، من أجل ذلك نقوم بمايلي:

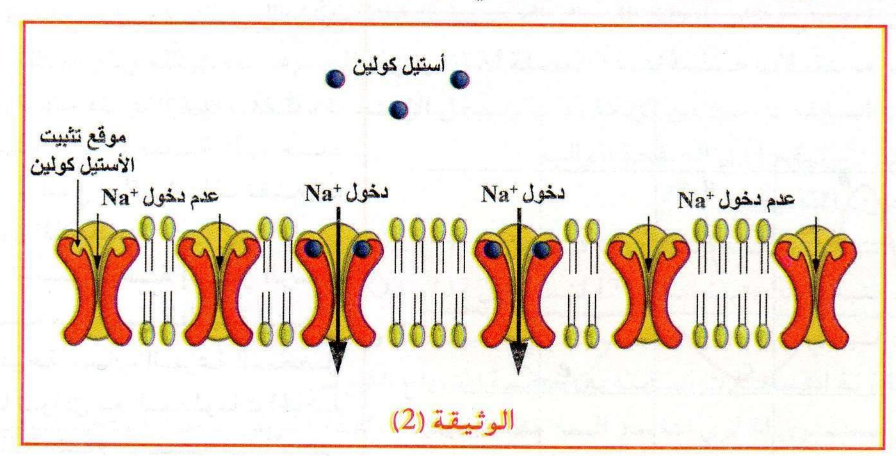
I — المرحلة الأولى: يبين الشكل (أ) التركيب الذي مكننا من الحصول على نتائج ممثلة في منحنيات الشكلين (ب ، ج) من الوثيقة (1) حيث : الشكل (ب) يمثل التسجيلات الكهربائية المسجلة في الجهازين ج1 ، ج2.
بينما يمثل الشكل (ج) تسجيلات كهربائية على مستوى الجهاز ج3 إثر حقن كميات متزايدة من الأستيل كولين في المنطقة (م).



الوثيقة (1)

1 — ماهي المعلومة المستخرجة من نتائج تسجيلات الشكل (ب) من الوثيقة (1)؟
2 — حلل نتائج تسجيلات الشكل (ج)، ماذا تستنتج؟
3 — تؤدي تنبيهات متزايدة الشدة في مستوى الليف قبل المشبكي من الشكل (أ) إلى الحصول على نفس تسجيلات الشكل (ج) من الوثيقة (1)، ما هي المعلومة المستخلصة من ذلك.

II — أ — لتفسير نتائج تسجيلات الشكل (ب) من الوثيقة (1) نقدم الوثيقة (2) التي تمثل توزيع القنوات المرتبطة بالكيمياء على مستوى الغشاء بعد المشبكي من المنطقة (م).



الوثيقة (2)

1 — بالإعتماد على معطيات الوثيقة (2)، فسر إختلاف سعة التسجيلات الملاحظة في الشكل (ج) من الوثيقة (1)؟



2 – أدى حقن ك4 من الأستيل كولين في المنطقة (م) إلى ظهور كمون عمل في ج2 و ج3، هل يؤدي حقن الكمية ك3 إلى نفس النتائج؟ علل إجابتك.

ب – وكمرحلة ثانية نقدم النتائج التجريبية التالية : في تركيب تجريبي مماثل للشكل (أ) من الوثيقة (1) حققت تجارب شروطها ونتائجها ممثلة في جدول الوثيقة (3).

التجربة	الشروط التجريبية	النتائج في ج2
1	ننبه الغشاء قبل مشبكي تنبيها فعالا	
2	نعيد التجربة 1 لكن بعد أن نحقن في الشق المشبكي للمنطقة "م" مادة Pilocarpine المثبطة لإنزيم الأستيلكولين إستراز	

الوثيقة (3)

1 – قارن بين نتائج التجربتين، ماذا تستنتج؟

2 – ما هي المعلومات المستخرجة من مقارنة نتائج التجربتين (1) و(2) فيما يخص تأثير الأستيل كولين في الحالة الطبيعية، علل؟

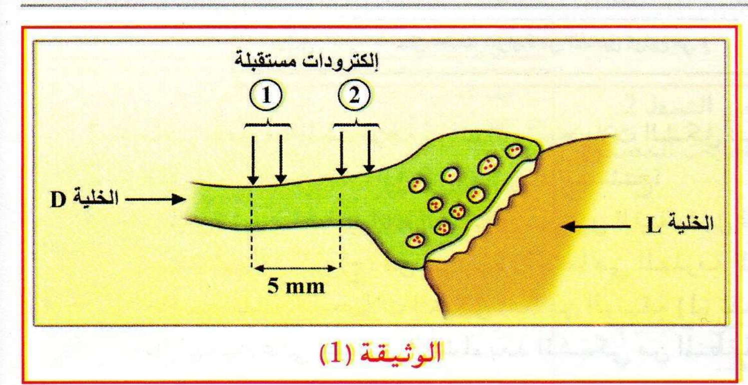
3 – فسر إذا نتائج التسجيل P2 من الشكل (ب) للوثيقة (1).

III – ترجم المعلومات المستخلصة من هذه الدراسة على شكل رسم تخطيطي وظيفي تبرز فيه عمل القنوات النوعية المرتبطة بالكيمياء على الغشاء بعد المشبكي؟

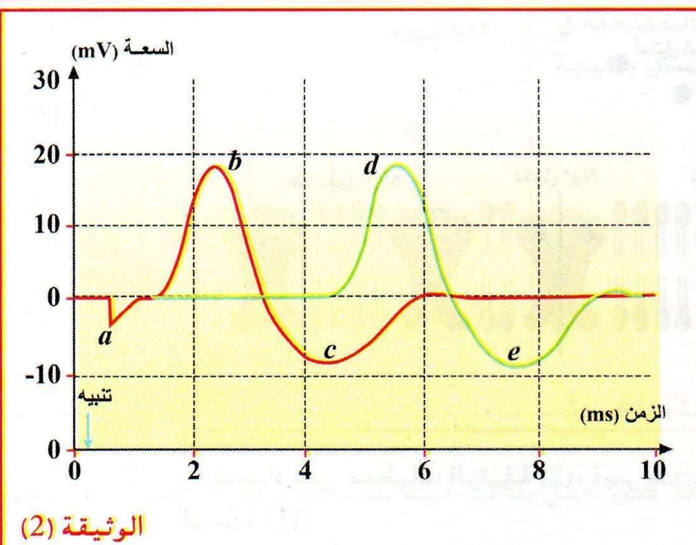
تمرين 3

I – بتنبيه فعال ننبه مجموعة من الألياف العصبية D المسؤولة عن الإنتقال البطيء لألم طويل الأمد : نسجل إستجابتها بواسطة زوجين من الإلكترودات المستقبلة بينهما مسافة (5 ملم) (الوثيقة 1).

توضع هذه الإلكترودات المستقبلة على سطح الألياف وهي متصلة بجهاز راسم الإهتزاز المهبطي، (الوثيقة 2) تبين تطابق التسجيلات المحصل عليها.



الوثيقة (1)



الوثيقة (2)

1 – أ – بواسطة حروف a ، b ، c ، d ، e المبينة على الوثيقة (2)، حدد الظواهر التي توافق مختلف تغيرات الكمون الملاحظة.

ب – أحسب سرعة إنتشار الرسالة العصبية مع تعليل الطريقة المتبعة.

هل نتيجة حساب السرعة المحصل عليها تتوافق مع المعلومات الخاصة بالألياف؟ ضع فرضية فيما يخص طريقة (نوعية) نقلها للرسالة العصبية والتي لها علاقة ببنيتها.

2 – بين ما هي خواص الألياف العصبية التي تم إظهارها بهذه التجربة؟ علل.

II – في القرون الخلفية للنخاع الشركي يمكن ملاحظة نهايات الألياف للخلايا (D) والخلايا (S) والأجسام الخلوية للعصبونات (L) إضافة إلى الخلايا I (الوثيقة 3) بواسطة إلكترودات مجهرية R1 ، R2 ، R3 ، R4 (الوثيقة 3) نسجل الكمونات الغشائية للخلايا I ، D و L بالنسبة لكمون مرجعي.

– تبين الوثيقة (4) التسجيلات المحصل عليها في ظروف تجريبية مختلفة :

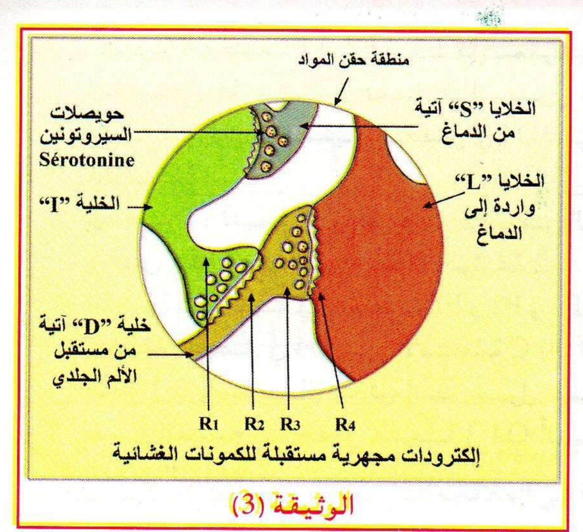
• في المنطقة المحددة في الوثيقة (3) نحقن بنفس التركيز المولي عدة مبلغات عصبية.

• ننبه عدة تنبيهات لمستقبل الألم الجلدي D.

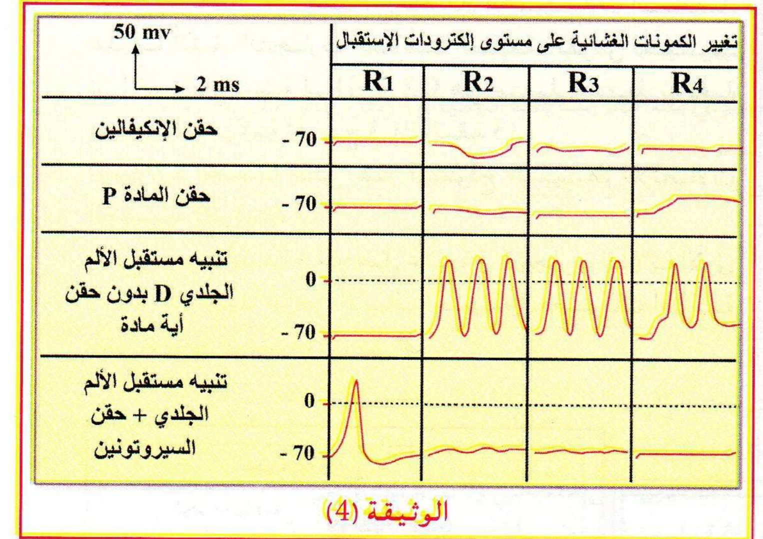
1 – استنتج من تسجيلات الجدول (الوثيقة 4) نوع التأثير ومكانها لكل مادة من المواد المستعملة.

2 – إقترح تفسيرا لآلية عمل على مستوى الأغشية الخلوية لكل مادة من هذه المواد.

3 – حدد دور وآلية عمل لمختلف الخلايا I ، D و L في الظروف الحيوية من العمل.



الوثيقة (3)



50 mv / 2 ms	تغيير الكمونات الغشائية على مستوى إلكترودات الإستقبال R1	R2	R3	R4
حقن الإنكيفالين (- 70)				
حقن المادة P (- 70)				
تنبيه مستقبل الألم الجلدي D بدون حقن أية مادة (0 ، - 70)				
تنبيه مستقبل الألم الجلدي + حقن السيروتونين (0 ، - 70)				

الوثيقة (4)

تمرين 4

(يمكن أن تكون وضعية إدماجية)

الخصائص الإدماجية لمركز عصبي

1 – نقوم بدراسة بعض مظاهر انتقال الرسالة العصبية أثناء المنعكس العضلي، نعزل مجموعتين من الألياف G1 وG2 آتية من مستقبلات حساسة لتمدد العضلة M (نفرض أن المجموعتين من الألياف لهما نفس قابلية التنبيه) ننبه الألياف السابقة بزوجين من الإلكترودات ونسجل الإستجابات الكهربائية الإجمالية لـ G1 و G2 ولألياف الجذر الأمامي (الوثيقة 1) في الصفحة الموالية.

نتجز التجارب التالية :

التجربة 1 : ننبه في S1 بشدة تساوي I1 فنسجل في O1 و O3.

التجربة 2 : ننبه في S2 بشدة تساوي I2 فنسجل في O2 و O3.

التجربة 3 : ننبه في آن واحد في S1 بشدة I1 وفي S2 بشدة I2 ونسجل في O3.

السؤال: بمقارنة التسجيلات السابقة بين خاصية للنخاع الشوكي.

2 – نبحث على المستوى الخلوي لتفسير الملاحظات السابقة، لهذا الغرض نسجل إستجابات عصبون حركي M من النخاع الشوكي متصل بثلاثة ألياف عصبية F1 ، F2 و F3 آتية من المستقبلات الحساسة لتمدد العضلة M، بواسطة التركيب التجريبي الموضح في الوثيقة (2) ننجز التجارب التالية :

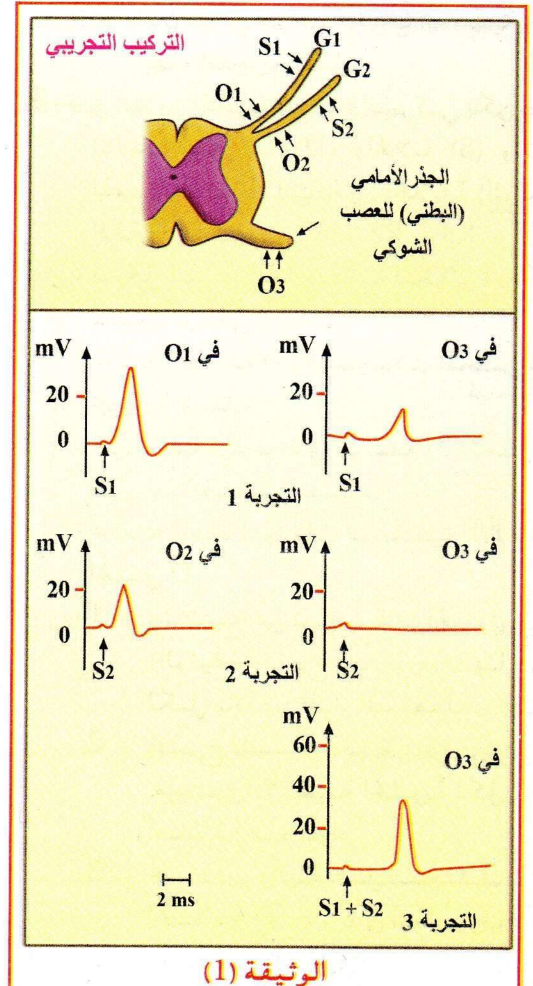


التجربة 4 : ننبه F1 أو F2 أو F3 كل بمفرده بشدة كافية للحصول على كمون عمل في مستوى تلك الألياف، مهما كان الليف المنبه فنحصل في O4 على الإستجابة a (الوثيقة 2).

التجربة 5 : ننبه في آن واحد F1 و F2 بنفس الشدة السابقة، نحصل في O4 على الإستجابة b (الوثيقة 2).

التجربة 6 : ننبه في آن واحد F1 و F2 و F3 بنفس الشدة السابقة، نحصل في O4 على الإستجابة C (الوثيقة 2).

السؤال: باستعمال معلوماتك حول عمل المشابك، فسر النتائج المحصل عليها في O4 أثناء التجارب الثلاث السابقة.

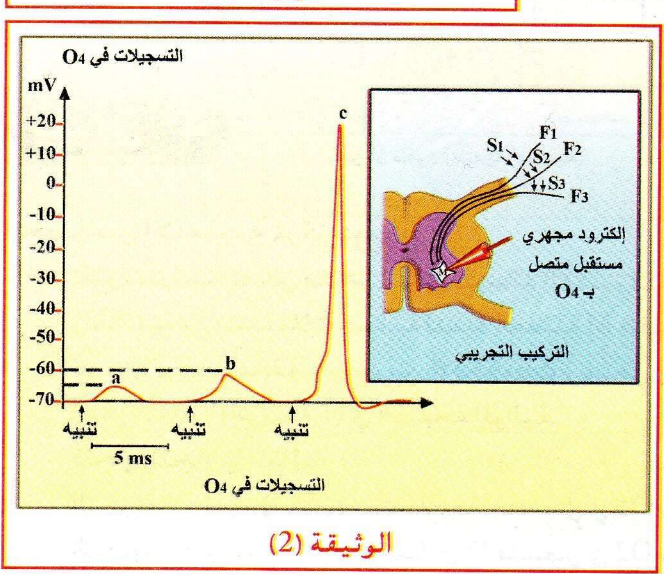


الوثيقة (1)

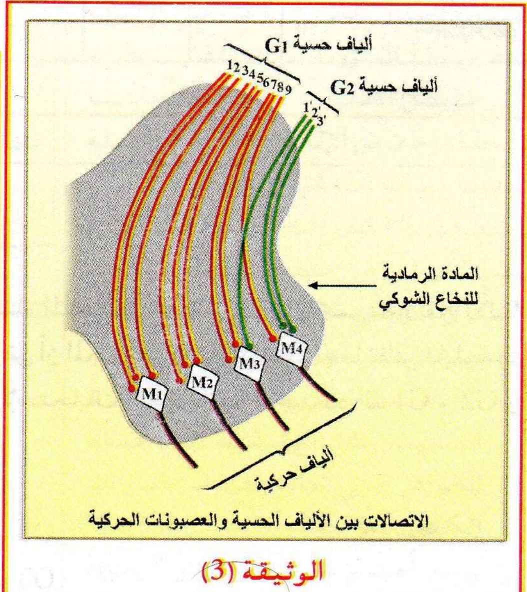
3 — نقترح إستعمال هذه النتائج لتفسير التسجيلات المحصل عليها أثناء التجارب الثلاثة السابقة. نفرض للتبسيط أن الألياف الحسية لـ G1 و G2 هي متصلة فقط بأربعة عصبونات حركية الموضح في (الوثيقة 3).

السؤال: إعتمادا على هذا النموذج المبسط للإتصالات العصبية (الوثيقة 3).

إقترح تفسيرا للنتائج المحصل عليها في التجارب الثلاثة الأولى (1، 2، 3) مبينا ما هي الألياف الحسية والعصبونات الحركية التي يمكنها أن تتدخل في كل تجربة.



الوثيقة (2)

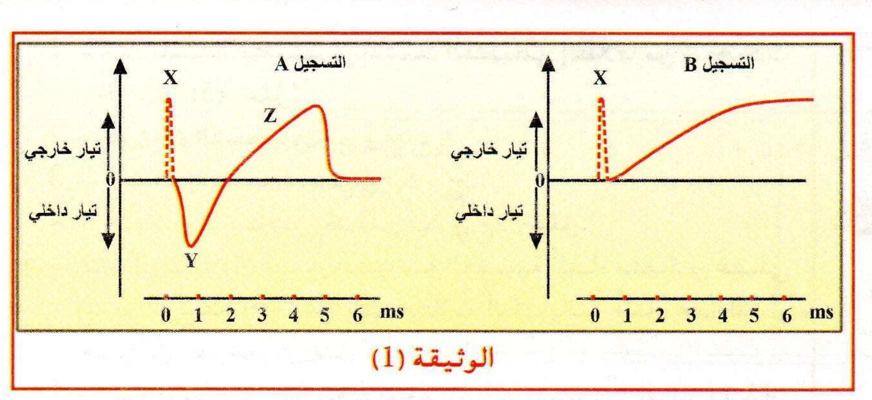


الوثيقة (3)

تمرين 5

إن بعض الدراسات المتعلقة بالآليات الشاردية لنقل الرسالة العصبية في الألياف العصبية سمحت بإظهار وجود مواد كيميائية قادرة على تثبيط نوعي لقنوات Na^+ وأخرى لقنوات الـ K^+. إن تقنيات دقيقة في الفيزيولوجيا الكهربائية تسمح من جهة أخرى بتسجيل التيارات الكهربائية الداخلة والخارجة من وإلى الليف أي التيارات المرتبطة بحركة

الشوارد أثناء كمون العمل (لاحظ الوثيقة (1) المجاورة).



الوثيقة (1)

1 — أرسم منحنى التغيرات الكهربائية المخترقة للغشاء الذي نتحصل عليه أثناء كمون عمل عادي وحدد نوع الشحنة على جانبي الليف في مختلف مستوياته.

2 — تبين الوثيقة أن التيارات المحصل عليها في ليف عصبي عملاق للكالمار في شروط تجريبية عادية (التسجيل A).

بغض النظر عن التيار (X) الناتج عن التقنية المستعملة، ما هي العلاقات التي يمكن إيجادها بين العناصر الثلاثة:

- تغيرات الإستقطاب الكهربائي للغشاء أثناء كمون عمل عادي.
- الحركات الشاردية الموافقة المعروفة.
- التيارات Y و Z المحصل عليها في الوثيقة.

3 — نقوم بنفس القياسات على نفس المحور الأسطواني بعد معالجته بمادة كيميائية قادرة على تثبيط نوع من القنوات الشاردية، فنحصل على النتائج الممثلة في التسجيل B.

أ — قارن هذا التسجيل مع تلك المحصل عليها في الشروط العادية.

ب — ما هو تأثير المادة المستعملة؟

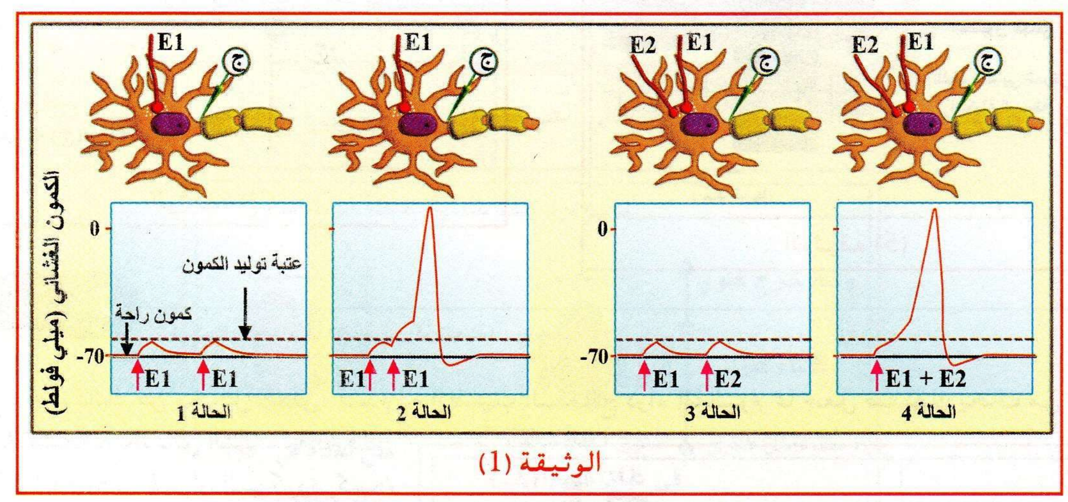
تمرين 6

لدراسة آلية إدماج العصبون المحرك لمختلف الكمونات الواردة إليه نقدم الدراسة التالية :

أ — تمثل الوثيقة (1) تسجيلات أنجزت على الخلية بعد مشبكية إثر تنبيهين متتاليين:

الحالتان (1، 2): ناتجتين عن تنبيهين متتاليين لعصبون قبل مشبكي واحد بمنبه E1.

الحالتان (3، 4): ناتجتين عن تنبيهين لعصبونين قبل مشبكيين بـ (E1 و E2).



الوثيقة (1)

1 — قارن بين النتائج المحصل عليها في الحالات التالية:

— الحالة 1 مع الحالة 2، والحالة 3 مع الحالة 4.

2 — كيف تفسر التسجيلات الناتجة عن تنبيهين في الحالتين 2 و 4 ؟

ب — تمثل الوثيقة (2) خلية بعد مشبكية متصلة بنوعين من المشابك بينما الوثيقة (3) تمثل التسجيلات المسجلة في ج1 و ج2 (الوثيقة 3).

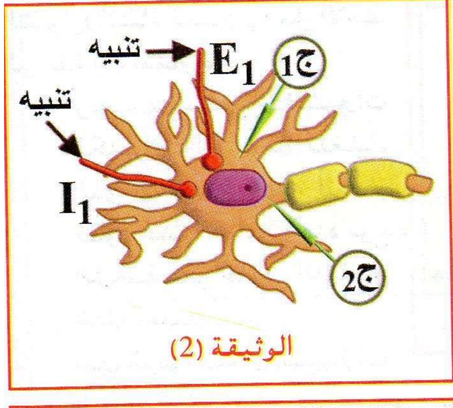


1 – حدد المشبك التنبيهي و المشبك التثبيطي إنطلاقا من تسجيلات الوثيقة (3)، علل.

2 – قارن بين التسجيلين ب1 و ج1.

3 – فسر إذا إختلاف النتائج في ب2 و ج2.

4 – حدد شروط تسجيل المنحنى ب2 في ج2 ، علل.



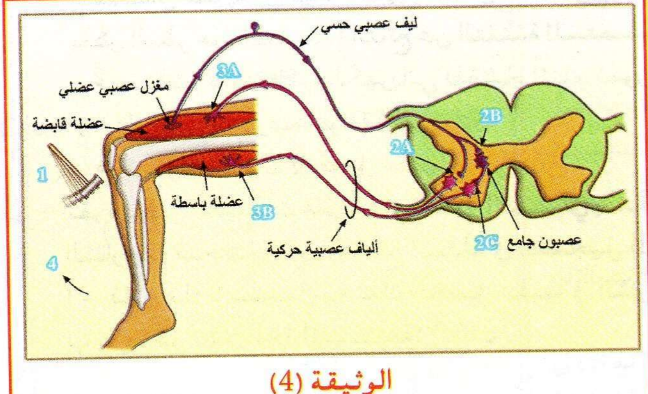
الوثيقة (2)

جـ – تمثل الوثيقة (4) مسار السيالة العصبية أثناء منعكس عضلي بينما الوثيقة (5) تمثل التسجيلات الكهربائية أثناء هذا المسار حيث كل خط عمودي يمثل كمون عمل.

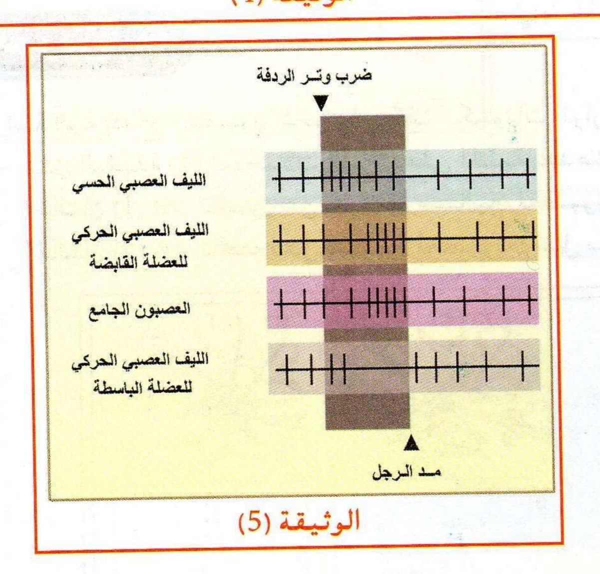
1 – تتبع مسار السيالة العصبية من لحظة تنبيه في 1 إلى المرحلة 4.

2 – حدد نوع المشابك 3A ، 2C ، 2B ، 2A و 3B.

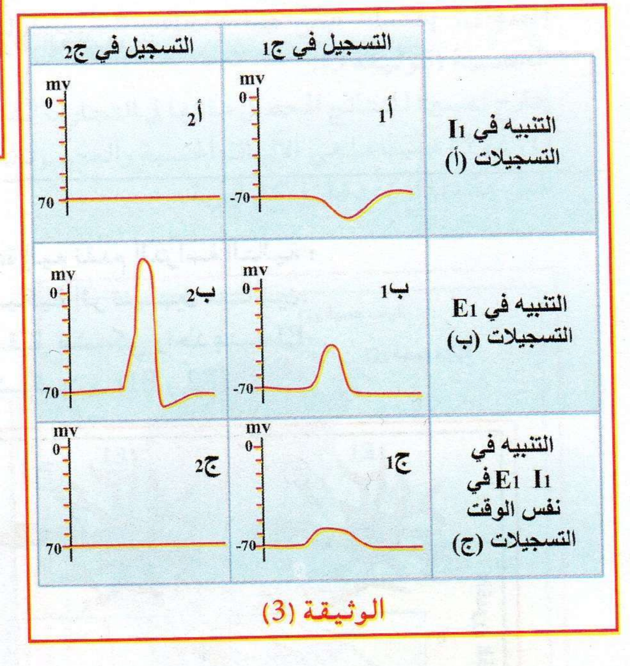
3 – بالإعتماد على ما سبق والمعلومات التي تقدمها لك الوثيقتين : أنجز رسما تخطيطيا لآلية النقل العصبي على مستوى المشبك ودور البروتينات في ذلك.



الوثيقة (4)



الوثيقة (5)



الوثيقة (3)

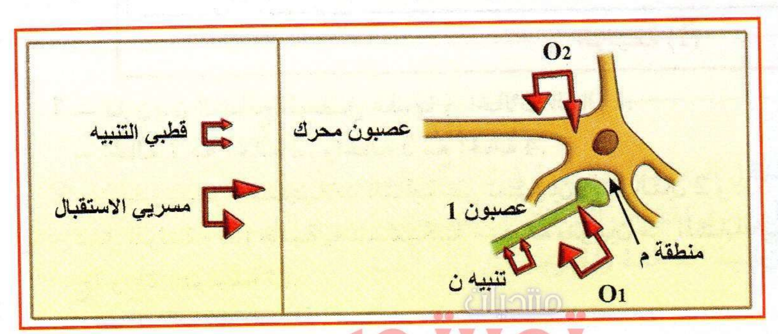
تمرين 7

(يمكن استخدام هذا التمرين كوضعية)

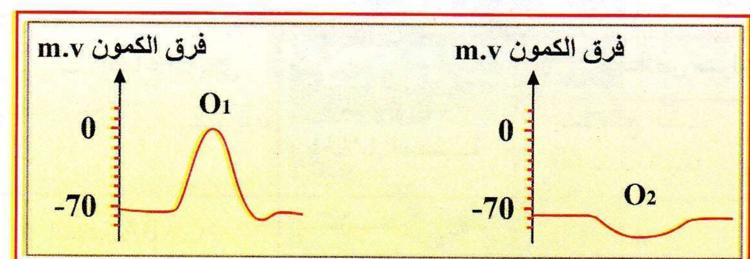
يعاني احد اصدقائك من مشكل القلق، فقدم له الطبيب المعالج دواء الفاليوم مما جعل صديقك يخاف من تأثير هذا الدواء، بالإستعانة بالوثائق التالية ومعارفك:

الوثيقة (1) : نقدم لحيوان البيكروتوكسين (مادة تثبط عمل الـGABA في الجهاز العصبي المركزي) فنسجل أن حيوانات التجربة تبدو عليها أعراض القلق.

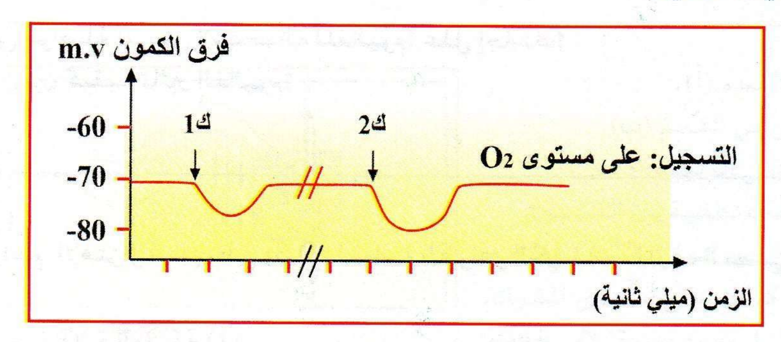
الوثيقة (2) : ننجز التركيب التجريبي التالي المجاور :



تنبه العصبون (1) في (ن) ونسجل النشاط الكهربائي على المستوى (O_1) و(O_2) النتائج المحصل عليها ممثلة بالمنحنيات التالية :



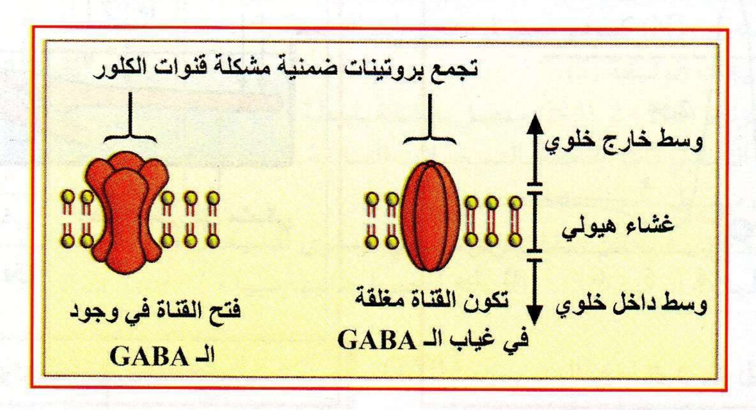
في غياب أي تنبيه نحقن في المنطقة (م) جرعتين (ك1 و ك2) من جزيئات الـ GABA حيث ك2 > ك1، النشاط المسجل في (O_2) ممثل بمنحنى الوثيقة التالية:



الوثيقة (3): ترتفع النفاذية الغشائية لشوارد الكلور على مستوى عصبون حساس للـ GABA (مثل العصبون المحرك) في وجود الـ GABA في الوسط الخارجي، يلخص الجدول التالي التراكيز الشاردية داخل وخارج العصبون وفي غياب أي تنبيه.

التركيز الشاردي (مول/ ل)	الوسط الخارجي	الوسط الداخلي
Na^+	440	49
K^+	22	410
Cl^-	560	40

الوثيقة (4): يلخص الرسم التخطيطي التالي البنى التي توجد على مستوى غشاء عصبون حساس للـ GABA.



الوثيقة (5): تبين أن الفاليوم يؤثر على نفس البنية الغشائية التي يؤثر عليها الـ GABA.
تؤخذ عينات من خلايا النخاع الشوكي لأجنة فئران و تزرع في وسط مناسب لمدة شهر، يضاف بعد ذلك لهذه الخلايا تارة الـ GABA بمفرده و تارة أخرى الـ GABA + الفاليوم، تسجيل النشاط الكهربائي لهذه الخلايا وتقدير خصائص قنوات شوارد الكلور الموجودة على سطح هذه الخلايا ملخص في الجدول الموالي:

النتائج المحصل عليها ممثلة بالجدول الموالي ولا يمكن الحصول عليها إلا في وجود كمية معتبرة من شوارد الكلور في الوسط الخارج خلوي.

1 – حلل هذه الوثائق.

2 – كيف يستطيع الطبيب إقناع المريض بأهمية العلاج بالفاليوم؟

	تسجيل نشاط الخلايا العصبية	خصائص قنوات شوارد الكلور: مدة فتح القناة (ميلي ثانية)	خصائص قنوات شوارد الكلور: عدة القنوات المفتوحة في الثانية
إضافة GABA	[منحنى]	23	48
إضافة GABA + الفاليوم	[منحنى]	29	92

3 – هل توافق على مواصلة المريض لإستعماله للفاليوم؟ علل إجابتك؟

4 – من كل ما سبق بين كيفية تاثير الفاليوم؟

تمرين 8

I – يستعمل جهاز راسم الإهتزاز المهبطي (O.S) لدراسة الظواهر الكهربائية لليف العصبي على مستوى مشبك عملاق.

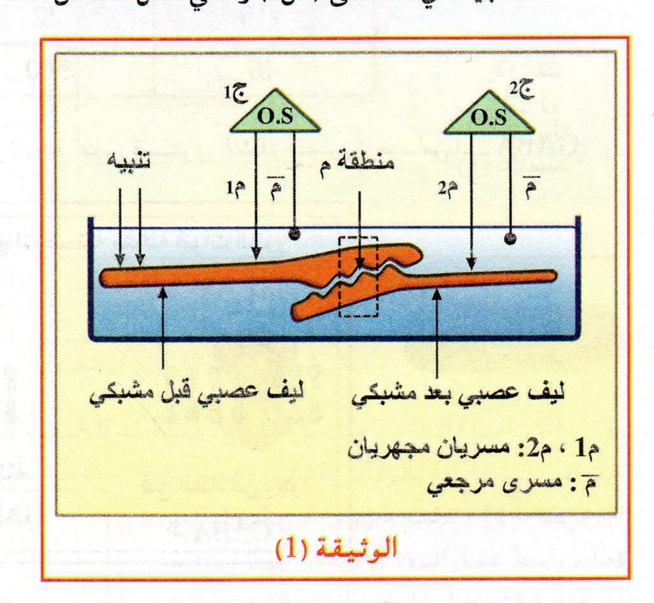
– التركيب التجريبي تظهره الوثيقة (1).

1 – بين وضعية المسريين (م1، م⁻) للجهاز (ج1) والمسريين (م2، م⁻) للجهاز (ج2) التي سمحت بإعطاء تسجيلات الوثيقة (2).

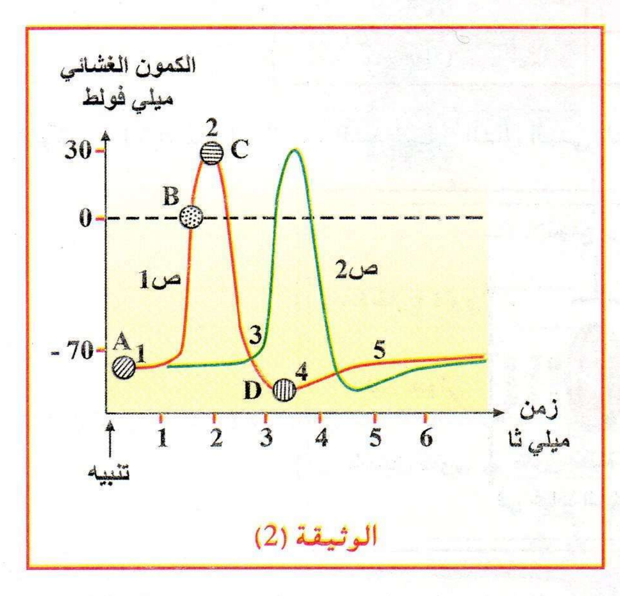
2 – قدم تحليلا للمنحنى (ص1) المسجل في الليف قبل مشبكي.

3 – علل عدم التطابق الزمني بين المنحنيين ص1، ص2 للوثيقة (2).

4 – بين برسم تخطيطي ليف عصبي تظهر عليه توزع الشحنات الكهربائية في المناطق الموافقة للدوائر المبينة في المنحنى (ص1) والتي تمثل المناطق A ، B ، C ، D.



الوثيقة (1)



الوثيقة (2)

II – نقوم بدراسة تأثير المبلغ الكيميائي العصبي (الأستيل كولين) على مستوى عضلة هيكلية، والعوامل المؤدية إلى إفرازه.

– تمثل الوثيقة (3) شروط ونتائج تجريبية.



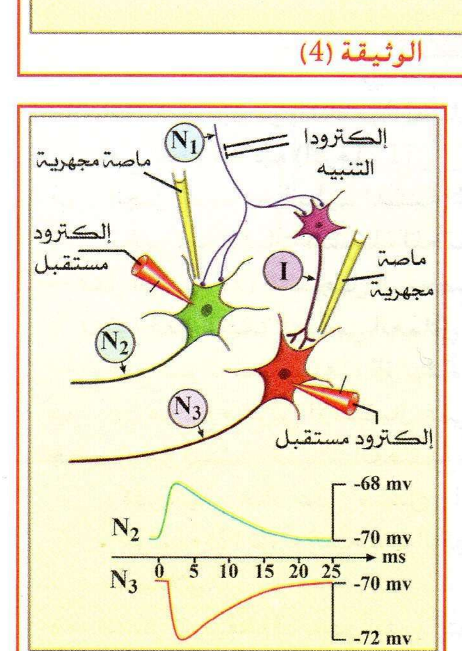


الوثيقة (3)

1 – حلل منحنى القسم (أ).
2 – ماذا تستخلص من القسم (ب).
3 – بالربط بين قسمي الوثيقة (3) :
أ – أوجد علاقة منطقية بين القسمين.
ب – إستخرج دور شوارد Ca^{++} في تأمين تدخل الأستيل كولين على مستوى المشبك.

الوثيقة (4)

4 – أظهرت التحاليل وجود مستقبلات خاصة بالأستيل كولين على مستوى الغشاء بعد مشبكي في المنطقة (م) تبينها الوثيقة (4).
أ – أكتب البيانات المرقمة.
ب – بين كيف تتدخل هذه المستقبلات لتفسير المنحنى (ص2) من الوثيقة (2).



الوثيقة (5)

III – لمعرفة أنواع الكمونات بعد المشبكية نحقق التركيب التجريبي الممثل في الوثيقة (5).

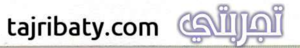
1 – ننبه الليف العصبي (N1) القادم من معزل عصبي عضلي متواجد على مستوى عضلة.
– يرتبط (N1) بعصبونين محركين (N2، N3) تتغير الحالة الكهربائية لهما بعد التنبيه في (N1) كماهو مبين في منحنيات الوثيقة (5).
أ – اشرح تسجيلات الوثيقة (5).
ب – أحد العصبونين (N2) او (N3) متصل بعضلة باسطة.
– إستنادا إلى المعلومات الخاصة بالتسجيلات السابقة، حدد أي العصبونين مرتبط بهذه العضلة؟ علل.

2 – باستعمال ماصة مجهرية نحقن مبلغات متنوعة في مستوى المشبك [N1 – N2] والمشبك [I– N3] فنحصل على نفس تسجيلات الوثيقة (5). والنتائج المحصل عليها مبينة في الجدول الموالي:

المواد / الإستجابة	أسبارتات Aspartate	جابا GABA
في N_2	نعم	لا
في N_3	لا	نعم

أ – حدد دور كل من المبلغين العصبيين GABA والأسبارتات Aspartate.
ب – مثل برسم تخطيطي لغشاء بعد مشبكي لـ N3، N2 توضح عليه تأثير المبلغين.



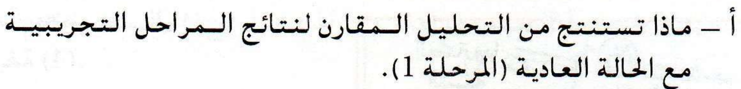


تمرين 9

1 – سمحت لنا تقنيات دقيقة بمقارنة تركيب الوسط الداخلي لليف عصبي عملاق (هيولي الليف العصبي) والوسط الخارجي (وسط فيزيولوجي حيوي مثل ماء البحر) بالنسبة لمكونين هما Na^+ و K^+ وذلك في شروط تجريبية مختلفة من الحصول على الناتج المدونة في جدول الوثيقة (1).

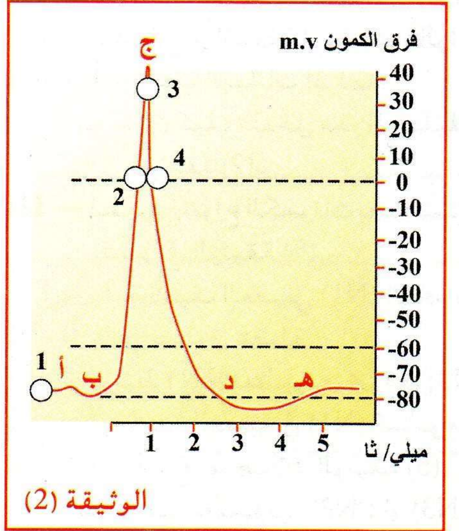
مراحل التجربة		1		2		3		4	
الشروط التجريبية		ماء بحر عادي في درجة حرارة 37° م		ماء بحر في درجة حرارة 37° م وخال من شوارد K^+		ماء بحر عادي في 37° م مع DNP (توقف تركيب الـ ATP)		ماء بحر عادي في 0° م	
النتائج	الشوارد / التركيز ميلي مول/ل	Na^+	K^+	Na^+	K^+	Na^+	K^+	Na^+	K^+
	وسط داخل خلوي	50	400	218	225	220	224	219	223
	وسط خارج خلوي (ماء البحر)	460	10	250	195	248	196	247	197

الوثيقة (1)



أ – ماذا تستنتج من التحليل المقارن لنتائج المراحل التجريبية مع الحالة العادية (المرحلة 1).

ب – أنجز رسما تخطيطيا للبنية الجزيئية لغشاء الليف العصبي، تظهر فيه الآليات المتدخلة للحفاظ على ثبات التوزع الشاردي.



الوثيقة (2)

2 – تمثل الوثيقة (2) التسجيل المحصل عليه على شاشة (O.S) إثر تنبيه فعال لليف العصبي العملاق.

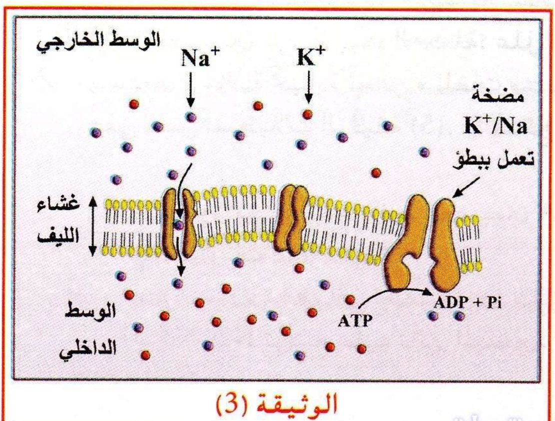
أ – ضع عنوانا مناسبا لهذه الوثيقة، مع تسمية الأجزاء المختلفة.

ب – بين موضع مسربي الإستقبال على المحور العملاق.

جـ – يرافق إنتشار السيالة العصبية على طول المحور العملاق ظواهر كهربائية، حدد على مستوى الدوائر المشار إليها في تسجيل الوثيقة (2) توزع الشحنات الكهربائية على جانبي غشاء المحور العملاق.

د – تمثل الوثيقة (3) بعض التغيرات التي تحدث على مستوى غشاء الليف أثناء تنبيهه.

– في أية مرحلة من الظاهرة الممثلة في تسجيل الوثيقة (3) يمكن تحديد هذه التغيرات؟ علل إجابتك.

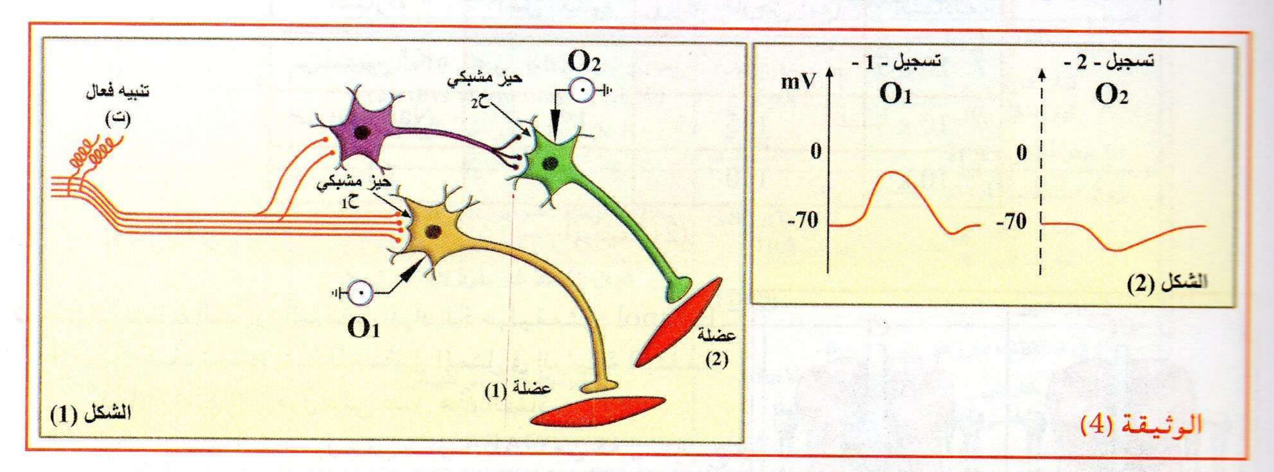


الوثيقة (3)

3 – تنتقل التنبيهات العصبية من الخلايا المنبهة إلى الخلايا المنفذة عبر مستوى المشبك، نحاول من خلال الدراسة التالية التعرف على آلية إستجابة العصبونات المحركة لتنبيهات فعالة واردة إليها – شكل (1) من الوثيقة (4).

أ – يمثل الشكل (2) من الوثيقة (4) التسجيلات المحصل عليها في (O_1) و (O_2) بعد إحداث تنبيه فعال في النقطة (ت) على الترتيب.

– سم التسجيلين 1، 2 من الشكل (2).



الوثيقة (4)

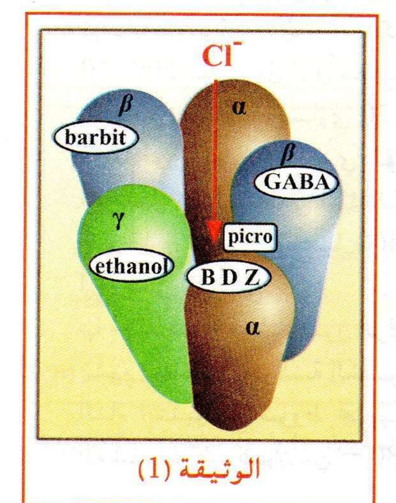
ب – عن طريق سحاحة مجهرية، نضع في مستوى الحيز المشبكي (ح1 و ح2) مواد مختلفة: الأسبارتات – حمض الغاما أمينوبيتيريك (GABA) – حمض الفالبروئيك وبيكروتوكسين (فقط الأسبارتات وحمض الغاما أمينوبيتيريك GABA يوجدان بشكل طبيعي في العضوية) ثم نقوم بتسجيل الإستجابات في كل مرة عن طريق (O_1) و(O_2)، النتائج مدونة في الجدول التالي :

موضع الحقن / المواد المحقونة	الأسبارتات	GABA	حمض الفالبروئيك: دون تنبيه	حمض الفالبروئيك: مع تنبيه	بيكروتوكسين: دون تنبيه	بيكروتوكسين: مع تنبيه
ح1	زوال استقطاب	—	—	—	—	—
ح2	—	فرط استقطاب	—	فرط استقطاب	—	—

α – حلل نتائج الجدول واستنتج دور كل مادة.
β – ما هي الفرضيات التي تقترحها لتفسير عمل كل من حمض الفالبروئيك وبيكروتوكسين.
γ – إعتمادا على دور كل مادة مستعملة في التركيب التجريبي، حدد أنماط المشابك.
δ – هل تستجيب العضلة ع1 و ع2 عندما ننبه في النقطة (ت)؟ علل.

4 – إنطلاقا من المعلومات المستخلصة من التجربة و معارفك المكتسبة أنجز خلاصة علمية تبرز فيها دور البروتينات في آليات التعاون الخلوي لضمان التنسيق الوظيفي للعضوية.

تمرين 10



الوثيقة (1)

تعتبر مادة GABA من أهم المبلغات الكيميائية على مستوى الجهاز العصبي للإنسان ويظهر تأثيرها على مستوى المشابك العصبية من خلال التثبت على مستقبلات غشائية بالخلية بعد مشبكية (أنظر الوثيقة 1).

أ – ما نوع القناة التي تعمل عليها مادة GABA؟ علل إجابتك.

ب – إشرح من خلال الوثيقة 1 كيفية تأثير GABA على غشاء الخلية بعد المشبكية.

جـ – نقوم بقياس تركيز الشوارد المختلفة على جانبي الغشاء الهيولي لخلية إنسان فنتحصل على النتائج المبينة في جدول الوثيقة 2.

– ما هي الشوارد التي يتغير توزيعها في وجود GABA؟ كيف يكون هذا التغير؟

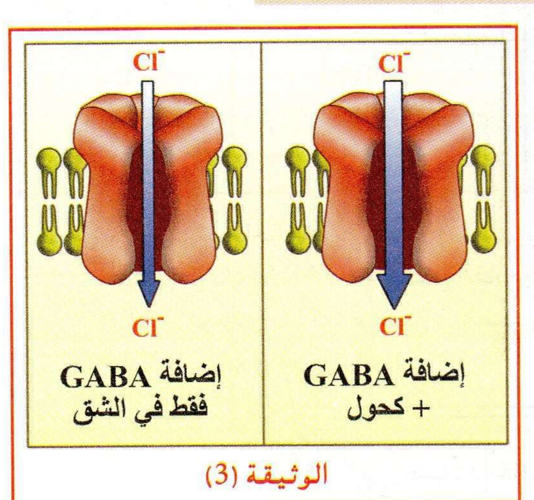
الشاردة	داخل الخلية	وسط خارجي (دم)	النفاذية
بوتاسيوم K^+	140	5	5×10^{-7}
صوديوم Na^+	5 – 15	145	5×10^{-9}
كلور Cl^-	4	110	1×10^{-8}

الوثيقة (2)

د – تتأثر نفاذية الشوارد السابقة بالمواد الكحولية مثل: Ethanol.

1 – بين كيف تسمح بنية المستقبل الممثل في الوثيقة 1 بتفسير قابلية تأثير الكحول على عمل هذه القناة.

2 – وضح تأثير الكحول على عمل GABA من خلال نتائج الوثيقة 3.



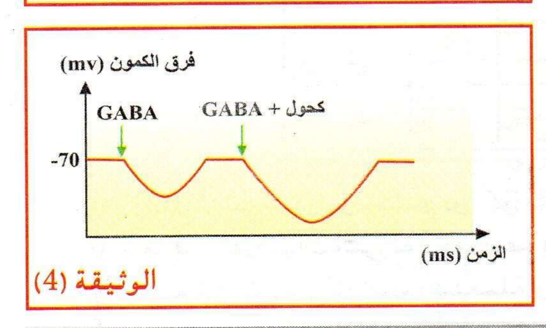
الوثيقة (3)

هـ – يؤدي تنبيه الخلية المفرزة للـ GABA إلى تسجيل منحنى فرط إستقطاب على مستوى الخلية المستقبلة للـ GABA.

1 – إستخلص طبيعة المشبك الذي تؤثر فيه مادة GABA.

2 – يظهر مفعول الكحولات (إذا أضيفت في منطقة الشق) على هذه التسجيلات من خلال نتائج الوثيقة 4.

– وضح كيف تسمح لك هذه النتائج بتأكيد معطيات الوثيقة 3 (تأثير الكحول).



الوثيقة (4)

و – إستغل جميع معطيات التمرين من أجل تمثيل رسم تخطيطي وظيفي لعمل مشبك ذو GABA موضحا فيه تأثير المواد الكحولية.

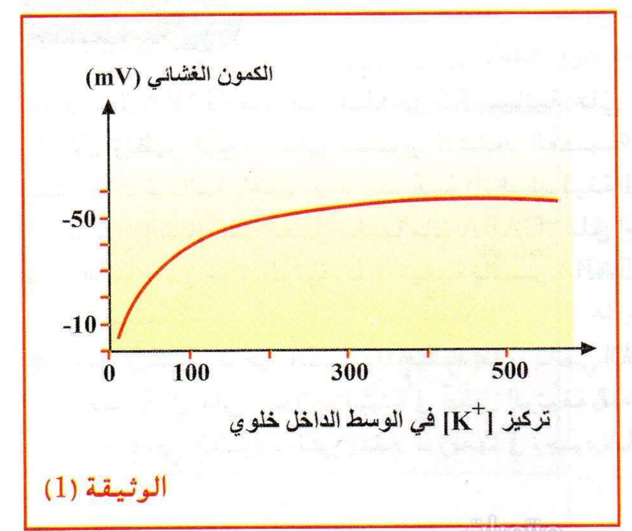
تمرين 11

1 – لدراسة المصدر الكهربائي لكموني الراحة والعمل، نقوم بتحليل واستغلال المعطيات التجريبية التالية:

– قام مجموعة من العلماء بتفريغ ليف عصبي عملاق من محتواه الهيولي وأبقى على الغشاء الهيولي في حالة سليمة ثم نملأ المحور المفرغ بمحلول مدروس ذو توتر متوازن نغير به تركيز البوتاسيوم K^+ من 0 – 500 ملي مول / ل مع بقاء تركيز K^+ في الوسط الخارجي طبيعيا ويساوي 20 ملي مول / ل ثم ندخل في المحور إلكترود مجهري لقياس الكمون الغشائي فنحصل على منحنى الوثيقة 1. إذا علمت أن تركيز K^+ خارج المحور طبيعيا 400 ملي مول / ل.

أ – حلل المنحنى.

ب – إستنتج منشأ كمون الراحة.



الوثيقة (1)

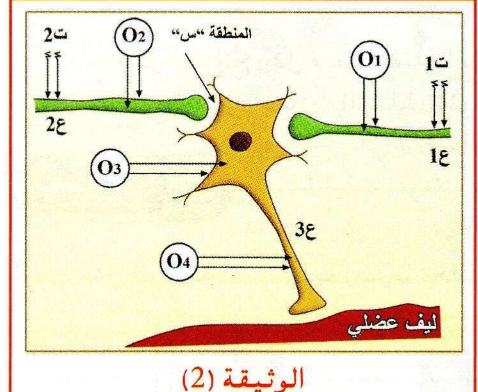
2 – نقوم بتسجيل حركة الشوارد عبر الغشاء الهيولي أثناء التنبيه في شروط تجريبية مختلفة، يخضع فيها الغشاء لفرض كمون من – 80 إلى 0 ميلي فولط .

	الشروط التجريبية	النتائج التجريبية
- A - التجربة	يحتوي الوسط الخارجي على 10 ميلي مول من: Tétra-ethyl-ammonium (T.E.A) تجعل الغشاء غير نفوذ لأيونات K^+	زوال استقطاب مفروض 0 -80mV 1pA تيار خارجي تيار داخلي 5mS 1 بيكو أمبير = 1pA
- B - التجربة	يحتوي الوسط الخارجي على 1 ميلي مول من: Tetrodoxine (T.T.X) تجعل الغشاء غير نفوذ لأيونات Na^+	زوال استقطاب مفروض 0 -80mV 1pA تيار خارجي تيار داخلي 5mS 1 بيكو أمبير = 1pA
- C - التجربة	الوسط الخارجي طبيعي: غير مبدّل	زوال استقطاب مفروض 0 -80mV 1pA تيار خارجي تيار داخلي 5mS 1 بيكو أمبير = 1pA

أ – حلل التسجيل في التجربة C. ماذا تستنتج من مقارنة كل من التسجيلين في التجربتين A ، B بالتسجيل C؟

ب – هل هذه التسجيلات تفسر كمون العمل، بين ذلك؟

3 – نريد التعرف على آلية إنتقال السيالة العصبية في الجهاز العصبي المركزي لشخص والتعرف على كيفية تأثير مهدئ على فرد يعالج ضد القلق.



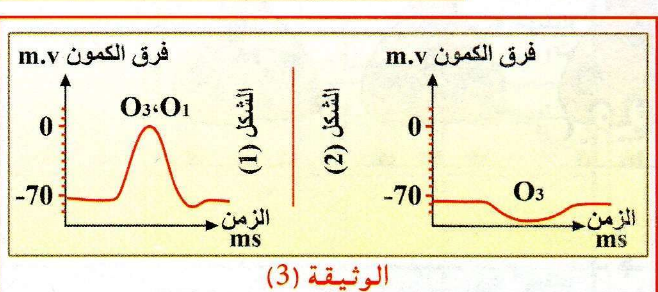
الوثيقة (2)

– لتوضيح آلية عمل GABA (حمض قاما أمينوبيوتريك) نحقن لبعض الحيوانات مادة PICROTOXINE مادة تثبط الدور الطبيعي للـ GABA في الجهاز العصبي المركزي فتظهر على الحيوانات أعراض القلق.

أ – حسب هذه الملاحظات ما هو التأثير الإجمالي للـ GABA على إنتقال السيالة العصبية أي على القلق؟

ب – تستقبل العصبونات المحركة عدد كبير من النهايات العصبية لعصبونات واصلة كما هو مبين في الوثيقة (2).

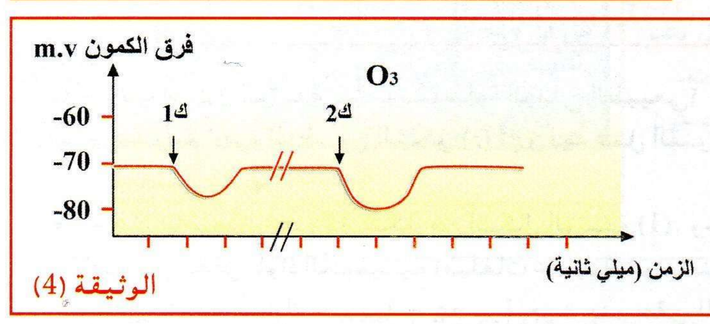
– نبه العصبون ع1 تنبيها فعالا بـ ت1 فنحصل على تسجيل الشكل (1) من الوثيقة (3) في كل من O_1 و O_3 في حين عند تنبيه ع2 بـ ت2 فنحصل على تسجيل الشكل (2) من الوثيقة (3) في O_3.



الوثيقة (3)

α – سمي كل من الشكلين 1 و2 من الوثيقة 3.

β – في غياب أي تنبيه نحقن المنطقة (س) بكميات "ك1" و"ك2" بحيث أن ك2 > ك1 من الـ GABA فنحصل على التسجيلين الممثلين في الوثيقة (4) على مستوى O_3.



الوثيقة (4)

β_1 – ماذا تستطيع أن تقول عن مادة الـ GABA ؟

β_2 – ما هو دورها على الحالة الكهربائية للعصبون الحركي ع3؟

γ – ما هي التسجيلات المتحصل عليها في O_1، O_2، O_4 عند تنبيه ع1 بـ ت1 تنبيها فعالا؟

σ – إستنتج دور الوسيطين المفرزين من طرف نهايتي العصبونين الواصلين ع1 و ع2 علما أن تسجيل الشكل 2 من الوثيقة (3) لا ينقل على إمتداد غشاء الليف العصبي؟

– لا تستجيب الليفة العضلية للتنبيهين ت1 و ت2 في آن واحد؟ علل إجابتك؟

جـ – إن التأثير المهدئ للـ VALIUM على إنتقال السيالة العصبية في العصبون الحركي إتضح حاليا أنه يعمل على نفس البنيات الخاصة بـ GABA في مستوى المنطقة (س).

– قدم فريق من الباحثين النتائج التالية :

– VALIUM مقويا لعمل GABA ويساعد على التصدي للقلق في النوبات الصادرة.

– VALIUM يؤثر على إرتفاع نفاذية غشاء الخلايا العصبية للكلور Cl^-.

والمقارنة بين VALIUM وGABA كما يلي :

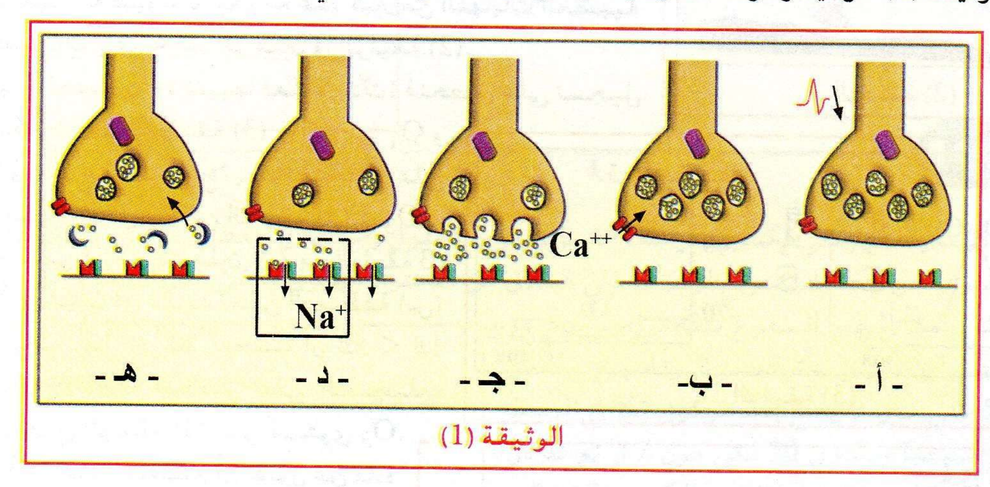
خصائص قناة الكلور Cl^-		النشاط الخاص بالخلايا العصبية
عدد القنوات المفتوحة	مدة الإنفتاح (ميلي ثانية)	
48	23	وضع GABA –70
92	29	وضع VALIUM + GABA –70

– حلل النتائج وهل قدمت تفسيرا للتسجيل (2) من الوثيقة (3)؟

4 — هناك نوعان من الإتصالات (المشابك) الموجودة بين العناصر العصبية في العضوية من حيث التبليغ ما هما؟ قارن بينهما.

تمرين 12

1 — تمثل الوثيقة (1) الموالية رسوما تخطيطية لمراحل آلية النقل المشبكي.



الوثيقة (1)

أ – رتب أشكال الوثيقة حسب تسلسلها الزمني الطبيعي؟

ب – أعد رسم الجزء المؤطر من الشكل (د) تبرز فيه عمل القنوات النوعية المرتبطة بالكيمياء بعد تثبيت المبلغ العصبي عليها.

جـ – علق باختصار على كل شكل من أشكال الوثيقة (1). وحدد نوع هذا المشبك مع التعليل.

2 — لإظهار دور بعض المواد الكيميائية (مبلغات عصبية، مواد مخدرة) على مستوى المشبك أجريت التجربة التالية على مستوى ثلاث مشابك عصبية – عصبية حيث يتم حقن المادة الكيميائية في الحيز المشبكي وتسجل الظواهر الكهربائية للغشاء بعد مشبكي بواسطة جهاز راسم الإهتزاز المهبطي، النتائج المحصل عليها مسجلة في جدول (الوثيقة 2).



المشبك	المادة المحقونة	طبيعتها	التسجيل الملاحظ
1	الأستيل كولين	مبلغ عصبي	70–
2	حمض غامابيوتيريك (GABA)	مبلغ عصبي	70–
3	الكورار ثم الأستيل كولين	مخدر + مبلغ عصبي	70–

الوثيقة (2)

أ – قدم عنوانا مناسبا للتسجيلات المحصل عليها.

ب – فسر إختلاف النتائج المحصل عليها.

جـ – دعم إجابتك برسم تخطيطي مبسط يظهر تأثير هذه المواد الكيميائية على مستوى المشابك.

تمرين 13

نستعرض الدراسة التجريبية التالية لغرض فهم الإلية التي تنتقل بها الرسالة العصبية عبر الألياف والمشابك العصبية، لذلك نحدث تنبيهات فعالة على عصبون محرك تم الحصول عليه من النخاع الشوكي لأحد الثديّات، كما هو مبين في الوثيقة (1).

الوثيقة (1)

I – 1 – أعطى التنبيه الفعال في:

ت1: التسجيلات المشار إليها في الأجهزة: ج1، ج4 ، ج5 من الوثيقة (2).

ت2: التسجيلات المشار إليها في الأجهزة: ج2، ج4 ، ج5 من الوثيقة (2).

ت3: التسجيلات المشار إليها في الأجهزة: ج3، ج4 ، ج5 من الوثيقة (2).

– ما طبيعة المشبك في كل حالة من الحالات الثلاث؟ علل إجابتك.

2 – أعطى التنبيه الفعال في :

– ت1 و ت2: في آن واحد التسجيلات المشار إليها في الجهازين: ج4 ، ج5.

– ت1 و ت2 و ت3: في آن واحد التسجيلات المشار إليها في الجهازين: ج4 ، ج5.

– كيف تفسر التسجيلات المحصل عليها في كل من الجهازين: ج4 ، ج5 في الحالتين؟

الوثيقة (2)

II – 1 – وضح على المستوى الجزيئي آلية تأثير المبلغ العصبي في حالة التنبيه في ت1 و في ت2، دعم إجابتك برسم وظيفي تضع عليه البيانات.

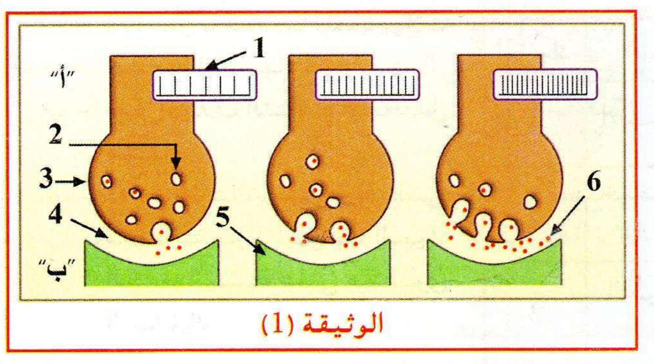
2 – إستعانة بما سبق إشرح كيف يعمل العصبون المحرك على إدماج الرسائل العصبية.

تمرين 14

1 – الوثيقة (1) تبين رسوم تخطيطية لمظاهر منطقة التمفصل بين الخليتين "أ"، "ب" بعد تنبيه الخلية "أ" بتنبيهات متزايدة الشدة.



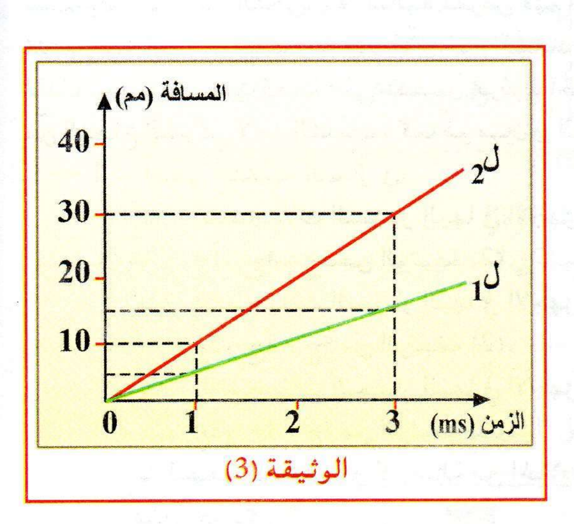
أ – تعرف على البيانات حسب الترقيم المرفق.
ب – من تحليل الوثيقة (1) ما هي العلاقة التي يمكن إستخلاصها بين العنصرين 1 و 2؟
جـ – في منطقة التمفصل يوجد تشفير كيميائي بين تشفيرين كهربائيين، وضح هذه العبارة.



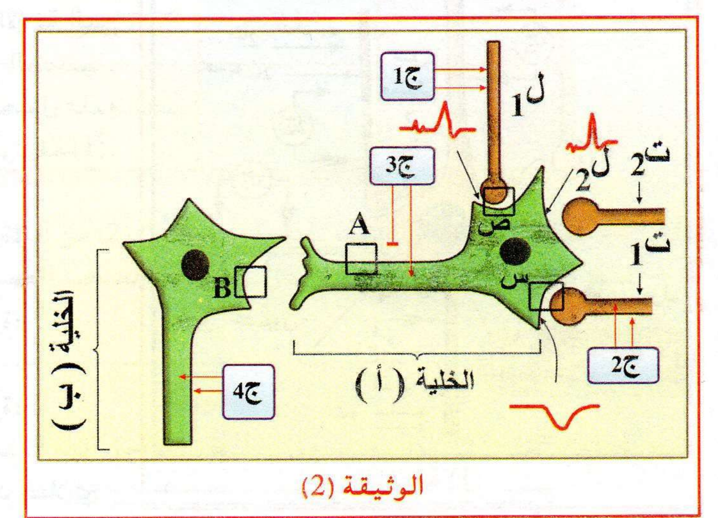
الوثيقة (1)

2 – عند حساب سرعة السيالة العصبية في "ل1" و"ل2" من الوثيقة (2) تحصلنا على النتائج الممثلة في منحنيات الوثيقة (3) في نفس الشروط.

أ – لاحظ الوثيقة (2) جيدا ثم حدد نوع المشبك "س" والمشبك "ص".
ب – في أي من الليفين "ل1" أو "ل2" سرعة السيالة العصبية أكبر؟
جـ – أحسب سرعة السيالة العصبية في كل من الليفين بين 1 و 3 ملي ثانية. هل هذا يؤكد إجابة السؤال ـ ب ـ؟



الوثيقة (3)



الوثيقة (2)

3 – للتعرف على كيفية إنتقال الرسالة العصبية من الخلية (أ) إلى الخلية (ب) عزلنا حويصلات غشائية بطريقة الأمواج الفوق صوتية من المنطقتين A و B للوثيقة (2)، نضع الحويصلات في وسط مناسب يحتوي على الصوديوم المشع ثم نقوم بمتابعة الإشعاع. إن النتائج وشروط التجربة موضحة في جدول الوثيقة (4).

رقم التجربة	(1) تنبيه فعال للحويصل		(2) إضافة الأستيل كولين	
الحويصل	A	B	A	B
محتوى الوسط: محلول فيزيولوجي و Na^+ مشع	○	○	○	○
ظهور الإشعاع داخل الحويصلات	+	–	–	+

الوثيقة (4)

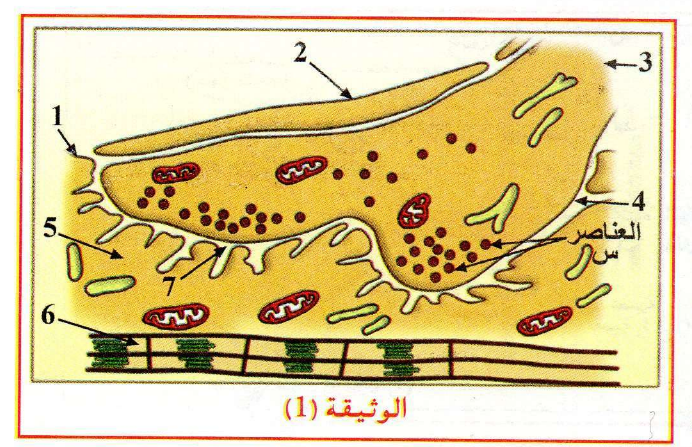
أ – حلل و فسر النتائج.
ب – هل تتأثر النتائج السابقة بإضافة الكورار، وضح ذلك.

تمرين 15

أ – إستعمل الهنود الحمر الرماح المطلية بالكورار في صيد الحيوانات والتي تسبب شلل على مستوى العضلات.



– كيف تؤثر هذه المادة على العضلات وتصيبها بالشلل؟ من أجل ذلك نقوم بدراسة الوثائق التالية:
الوثيقة (1) تبين رسم تفسيري لصورة مشبك عصبي- عضلي بالمجهر الإلكتروني، والوثيقة (2) تبين تركيب تجريبي لليف عصبي محرك معزول من ضفدع ومتصل بعضلة الشكل (1)، أما الشكل (2) فيبين النتائج التجريبية المحصل عليها عند إجراء تنبيه فعال في المنقطة 1.



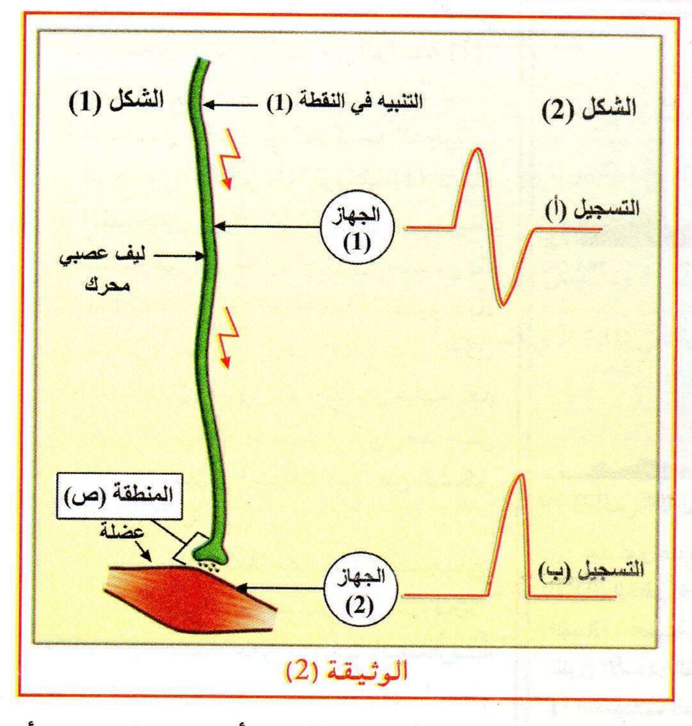
الوثيقة (1)

1 – ضع بيانات العناصر المرقمة من الوثيقة (1).
2 – ماهي المعلومة المستخرجة من مقارنة التسجيلين (أ و ب) من الوثيقة (2).

ب – التحليل الكيميائي للعناصر (س) المبينة بالوثيقة (1) وجد أنها غنية بالأستيل كولين، نستعمل محتوى العناصر ونجري التجربتين التاليتين:

التجربة (أ): حقن الأستيل كولين في المنطقة (ص) من التركيب التجريبي المبين في الشكل (1) من الوثيقة (2)، تحصلنا على التسجيل (ب) فقط من الوثيقة (2).

التجربة (ب): حقن مادة الكورار في المنطقة (ص) من التركيب التجريبي المبين في الشكل (1) مع تنبيه فعال في المنطقة (1)، تحصلنا على التسجيل (أ) فقط من الوثيقة (2).



الوثيقة (2)

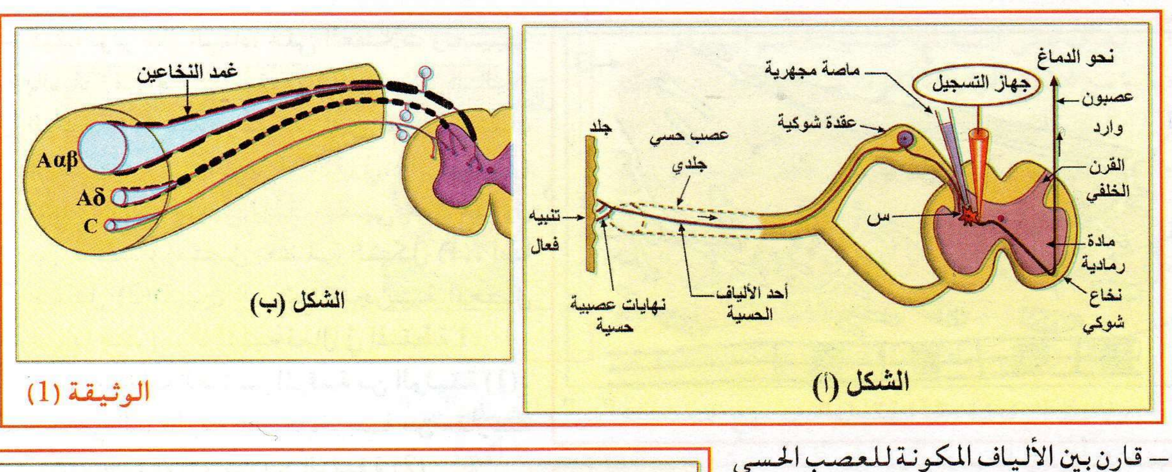
1 – إستعمل معلوماتك حول عمل المشبك، وفسر نتائج التجربة (أ).
2 – ماذا تستنتج من مقارنة نتائج التجربة (أ) بنتائج التجربة (ب)؟
3 – لو حقنا الأستيل كولين في هيولي العنصر البعد مشبكي دون تنبيه لم نحصل على أي من التسجيلين (أ) و(ب). ماذا تستخلص؟
4 – لو حقنا الإستيل كولين المشع في المنطقة (ص) لوجدنا الإشعاع على مستوى الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي، ما هي المعلومات الإضافية المستنتجة؟
5 – مثل برسم توضح فيه العلاقة الموجودة بين جزيئات الكورار والبروتينات الغشائية في المنطقة (ص).
6 – هل تمكنك النتائج المتوصل إليها من تفسير كيفية حدوث الشلل بتأثير مادة الكورار؟ وضح ذلك.

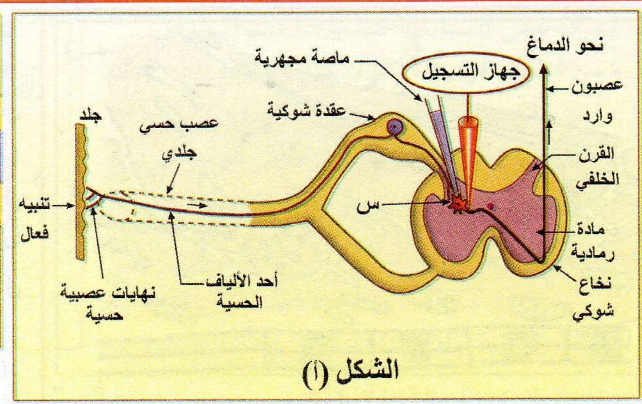
تمرين 16

تتدخل المراكز العصبية في مختلف الإحساسات التي يشعر بها الفرد من دفء، برودة، ألم أو نشوة، وتلعب المشابك دورا هاما في إيصال هذه الإحساسات، ليتم إدماجها بعد ذلك. إلا أن هناك جزيئات كيميائية خارجية مثل المخدرات تتدخل في مستوى هذه المشابك لتحدث خللا في عملها.

من أجل إظهار تأثير المخدرات على مستوى المشابك؟ و ما هي إنعكاساتها نقوم بالدراسة التالية:

أ – يمثل الشكل (أ) من الوثيقة (1) رسما تخطيطيا لتركيب تجريبي يمكننا من دراسة العناصر المتدخلة في الإحساس بالألم، حيث التسجيلات تمت في مستوى العصبون الوارد إلى الدماغ.
الشكل (ب): يمثل رسم تخطيطي يوضح أنواع الألياف المتواجدة في العصب الحسي الجلدي.





الوثيقة (1)

– قارن بين الألياف المكونة للعصب الحسي الموضحة في الشكل (ب) من الوثيقة (1).

ب – تمثل الوثيقة (2) النتائج التجريبية المتحصل عليها في التركيب التجريبي الموضح في الشكل (أ) للوثيقة (1) حيث:

التسجيل (أ): تم الحصول عليه بعد تنبيه قوي في الجلد أدى إلى إحساس بألم خاطف (Douleur rapide) متبوع بألم متأخر و لفترة أطول (Douleur lente).

التسجيل (ب): تم الحصول عليه بعد نفس التنبيه السابق لكن بعد حقن مادة المورفين في المنطقة (س) من الشكل (أ) للوثيقة (1).

1 – قدم تحليلا مقارنا للتسجيلين (أ و ب)؟ ثم إستنتج دور المورفين؟

2 – بالإعتماد على نتيجة المقارنة قدم فرضيات تعلل بها سبب التأخر الزمني للتسجيل 2 عن التسجيل 1 في التسجيل (أ) من الوثيقة (2) .

التسجيل (أ) في غياب المورفين

n
50
0
1
2
زمن ms

التسجيل (ب) 5 دقائق بعد حقن المورفين

n
50
0
100
200
300
400
500
زمن ms

n: عدد كمونات العمل المسجلة في العصبونات الواردة إلى الدماغ.

الألوان الخضراء، الزرقاء و الحمراء: تسجيلات في العصبون الوارد بعد وصول السيالة العصبية إليه من مختلف الألياف العصبية للعصب الحسي الجلدي.

اللون الأسود: النشاط التلقائي العادي للعصبون الوارد.

1: التسجيلات المسؤولة عن الألم الخاطف.

2: التسجيلات المسؤولة عن الألم المتأخر.

الوثيقة (2)

جـ – للتحقق من صحة إحدى الفرضيات مكنت دراسة سرعة السيالة العصبية في ألياف العصب الحسي الممثل في الشكل (ب) من الوثيقة (1) من الحصول على النتائج الممثلة في الوثيقة (3).

1 – حلل نتائج الجدول، ماذا تستنتج؟

2 – هل تسمح لك هذه النتائج من التحقق من الفرضيات السابقة؟

3 – بناءا على ما سبق وعلى نتائج التسجيلات (ب) من الوثيقة (2)، علل إستعمال المورفين في المجال الطبي.

نوع الألياف	القطر µm	السرعة m/s
الألياف A	4 – 1	24 – 6
الألياف C	1 – 0.5	2 – 1

الوثيقة (3)

د – لمعرفة مقر تأثير المورفين نحقق الأعمال التجريبية التالية:

المرحلة 1: تمثل الوثيقة (4) رسما تخطيطيا للبنيات المتواجدة على مستوى المنطقة (س) للشكل (أ) من الوثيقة (1)، بينما الوثيقة (5) فتمثل نتائج تجريبية لتنبيهات أجريت على مختلف الألياف العصبية الوثيقة (4).



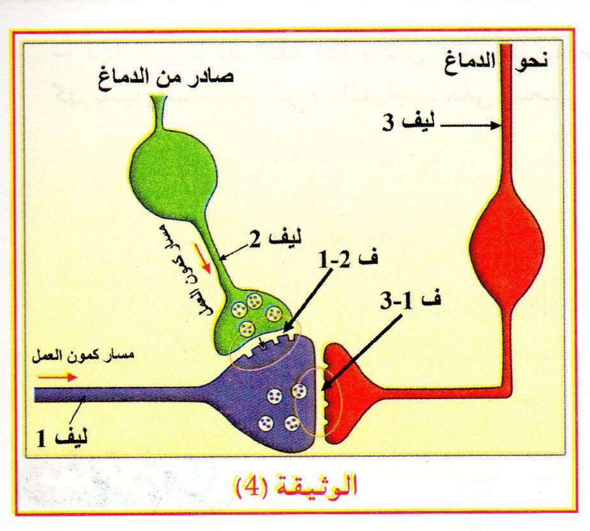
1 – بالإعتماد على النتائج التجريبية في 1 و 2 من الوثيقة (5).

– حدد نوع المشبك في كل من: ف (2 – 1)، ف (1 – 3)، علل؟

2 – بالربط بين نتائج التجربتين 1 و 2 من الوثيقة (5) وشكل الوثيقة (4) أوجد علاقة بين: المادة P، مادة الأنكيفالين، والإحساس الناتج.

3 – ماذا تستنتج من مقارنة نتائج التجربتين 2 و 3 من الوثيقة (5)؟

4 – قدم إذن فرضيات تفسر كيفية تأثير المورفين.



الوثيقة (4)

التجربة	التنبيه	التحليل الكيميائي في مستوى المشابك	النتيجة
1	تنبيه كهربائي في الليف 1	إرتفاع تركيز المادة P في مستوى ف1 – 3	إحساس بالألم
2	تنبيه كهربائي في الليف 2 وفي الليف 1	إرتفاع تركيز مادة الأنكيفالين في مستوى ف2 –1 وتناقص المادة P في مستوى ف1 – 3	عدم الإحساس بالألم
3	حقن المورفين في المنطقة (ف2 – 1) + تنبيه كهربائي في 1	تناقص المادة P في مستوى ف1 — 3	عدم الإحساس بالألم

الوثيقة (5)

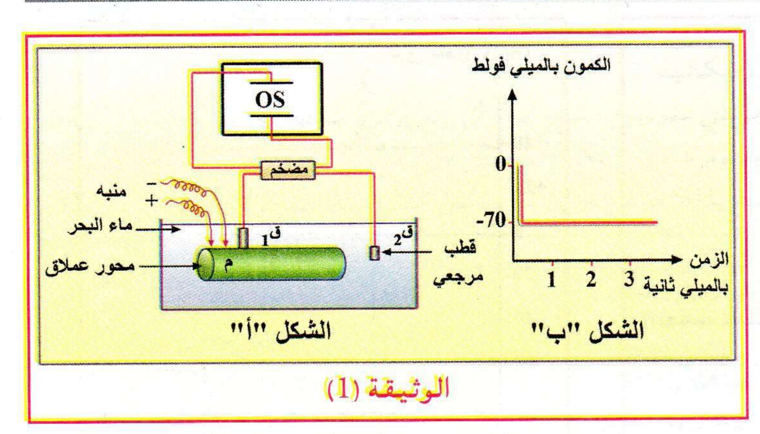
هـ – إذا علمت أن مستقبلات الأنكيفالين تتواجد في المادة الرمادية وأن لجزيئات المورفين والأنكيفالين نهايات متماثلة تتكامل مع مستقبلات الإنكيفالين النوعية.

1 – هل تسمح هذه المعلومات من التحقق من فرضياتك السابقة؟ علل.

2 – بالإعتماد على ما توصلت إليه من معلومات قدم تفسيرا للتسجيلين (أ ، ب) من الوثيقة (2).

تمرين 17

يفضل التركيب التجريبي الموضح في الشكل (أ) للوثيقة (1) يمكن دراسة الظواهر الفيزيولوجية لليف العصبي.



الوثيقة (1)

1 — الشكل (ب) للوثيقة (1) ناتج عن التغير في الكمون بواسطة القطب المجهري ق1.

أ – ما دور راسم الإهتزاز المهبطي؟ هل يمكن الإستغناء عن المضخم؟ علل إجابتك.

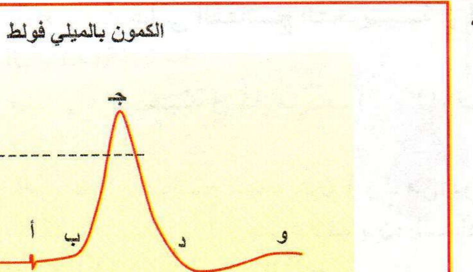
ب – كيف نسمي التغير في الكمون المشاهد في الشكل (ب)؟ علل إجابتك.

جـ – ما هي الخاصية التي يظهرها تسجيل الشكل (ب)؟ بين ذلك برسم تخطيطي محددا على نفس الرسم موضع قطب الإستقبال ق1 الذي يمكننا من الحصول على التسجيل.

2 — ننبه المحور العملاق تنبيها فعالا في النقطة (م) من التركيب التجريبي للوثيقة (1) نتحصل على التسجيل الممثل في الوثيقة (2).



– ضع عنوانا للوثيقة (2) وحلل المنحنى المحصل عليه كهربائيا باستخدام الحروف المتواجدة على منحنى الوثيقة.



الوثيقة (2)

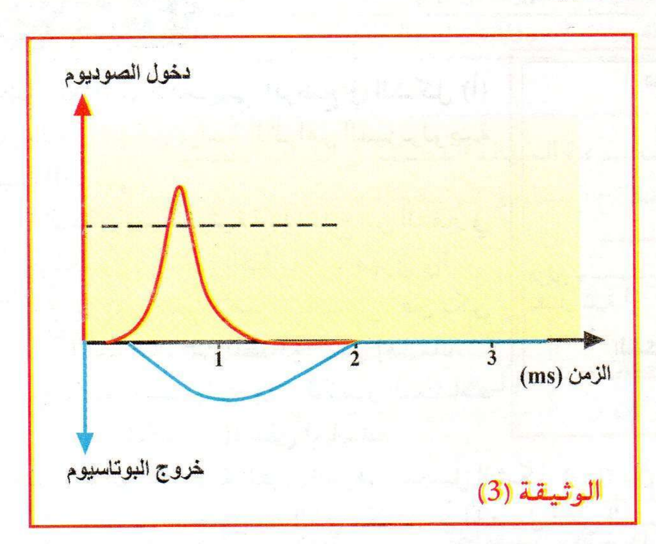
تمرين 18

I – لتحديد طبيعة الرسالة العصبية نجري الدراسة التالية على ليف عصبي للكلمار.

– ننجز التركيب التجريبي الممثل بالوثيقة (1) في الزمن ز0 نضع إلكترود م1 على سطح المحور الأسطواني.

– في الزمن ز1 ندخل الإلكترود في المحور الأسطواني.

– في الزمن ز2 ننبه المحور تنبيها فعالا. النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (2).



الوثيقة (1)

1 – حلل وفسر الجزء (س) من الوثيقة (2)، وماذا تستنتج؟

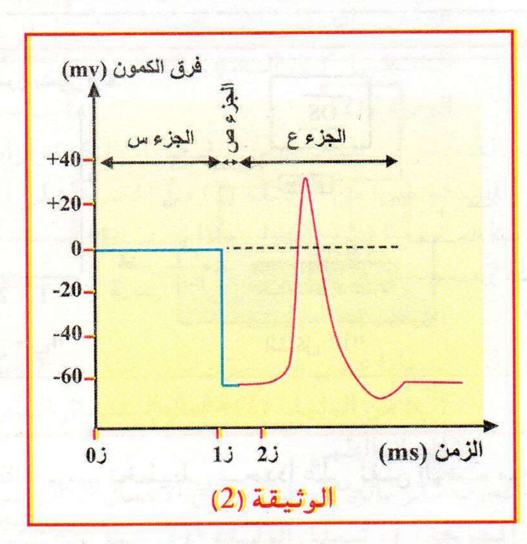
2 – ماذا يمثل الجزء (ع) من الوثيقة (2) ؟ علل إجابتك. ضع عنوانا للجزء ص.

3 – حلل الظاهرة الممثلة بالجزء (ع) فيزيائيا، ماذا تستنتج؟

الوثيقة (3) تبين هجرة شوارد الصوديوم والبوتاسيوم بين الوسط الخارجي والداخلي التي ترافق الجزء (ع) من الوثيقة (2).

4 – قدم تفسيرا كيميائيا للجزء (ع) معتمدا على نتائج الوثيقة (3).

5 – ماذا تستخلص فيما يخص طبيعة السيالة العصبية؟

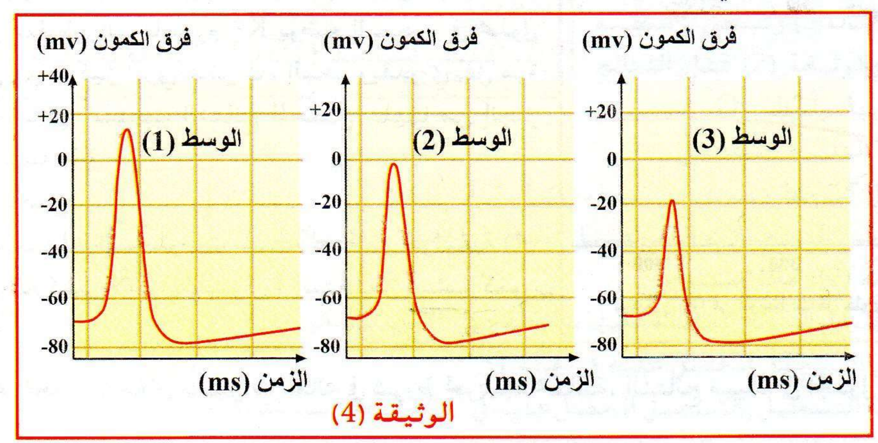


الوثيقة (2)

الوثيقة (3)

II – تمثل الوثيقة (4) نتائج تجارب أجريت على الليف العصبي العملاق للكلمار (أعمال هودكين وكاتز) حيث تم وضعه في ثلاث أوساط مختلفة:

– الوسط (1) به ماء بحر يحتوي على شوارد الصوديوم (453 ميلي مول / ل).
– الوسط (2) به 50 % ماء بحر و50 % محلول غلوكوزي.
– الوسط (3) به 33 % ماء بحر و67 % محلول غلوكوزي.
النتائج التجريبية موضحة في منحنيات الوثيقة (4).



الوثيقة (4)

1 – حلل نتائج الوثيقة (4)، وماذا تستنتج فيما يخص العلاقة بين الكمون الغشائي وتركيز الشوارد في الوسط الخارجي.
2 – وضح بواسطة رسم على المستوى الجزيئي الإلية التي أدت إلى ظهورالكمون المبين بالجزء (ع) من الوثيقة (2).

تمرين 19

يلعب الغشاء الهيولي لليف العصبي دورا أساسيا في تغيير الكمون من أجل التعرف على هذا الدور نجري سلسلة التجارب التالية:

1 – يقدم الجدول التالي التركيب الأيوني (Na^+ ، K^+) لكل من المحور العملاق ودم الكلمار وماء البحر.

الأيونات	القيم بالميلي مول / لتر		
	هيولي المحور	دم الكلمار	ماء البحر
Na^+	50	440	460
K^+	400	20	10

أ – إستخلص من الجدول سبب إستعمال ماء البحر كوسط فيزيولوجي لتجارب على المحور العملاق؟
ب – ما هي الإشكالية التي تظهرها النتائج المبينة في هذا الجدول.
جـ – إقترح فرضية أو فرضيات تفسر بها هذه الإشكالية.

2 – أ – نغمر ليفا عملاقا للكلمار في ماء البحر ذي صوديوم مشع $^{24}Na^+$، بعد عدة ساعات يصبح الليف مشعا، ينقل الليف المشع إلى ماء البحر به صوديوم عادي $^{23}Na^+$، يظهر الإشعاع في ماء البحر مع بقاء التركيز الإجمالي للصوديوم داخل المحور ثابتا ومساويا 50 ميلي مول/ لتر ونفس الشيء لماء البحر 460 ميلي مول/ لتر ماذا تظهر هذه التجربة؟

ب – يستبدل صوديوم ليف عملاق بصوديوم ($^{24}Na^+$) ثم يوضع في ماء بحر ذي صوديوم عادي $^{23}Na^+$ يجدد ماء البحر بإستمرار وعلى فترات زمنية منتظمة وفي كل مرة تتم معايرة إشعاعه، سمحت النتائج المحصل عليها في شروط مختلفة بإنجاز الوثيقة (1) (DNP يمنع تركيب الـ ATP).

تدفق $^{24}Na^+$ بوحدة قياسية
100
50
20
15
5
2
1
أ
ب
الدينتروفينول 0,2 ميلي مول/ لتر
AMP ATP
الزمن
الساعات
ز1 ز2 ز3 ز4 ز5 ز6 ز7
في الزمن ز1 إضافة 0,2 ميلي مول/ ل من DNP
في الزمن ز3 إضافة كمية من الـ AMP
في الزمن ز4: إضافة كمية قليلة من ATP
في الزمن ز6: التخلص من DNP بالغسيل
التسجيل "أ ب" يمثل تدفق $^{24}Na^+$ مقاسا في ظروف عادية (عدم وجود DNP).

الوثيقة (1)



α – ماهي المعلومة التي تقدمها هذه التجربة؟ علل إجابتك.

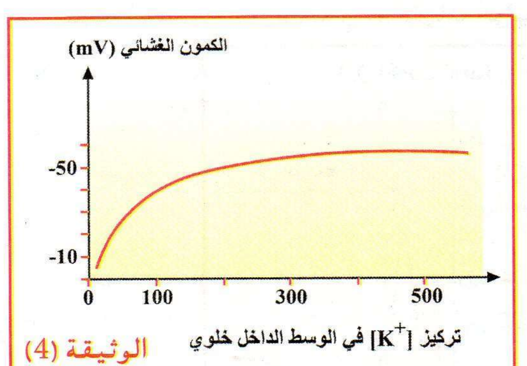
β – ما الغرض من إستعمال الـ AMP؟

γ – هل تحقق من الفرضية أو الفرضيات المقترحة في السؤال 1 – جـ ؟ وضح ذلك.

3 – نفرغ محتوى المحور العملاق و نستبدله بمحاليل أيونية ذات تراكيز متزايدة من البوتاسيوم K^+ يوضع المحور في محلول فيزيولوجي ذي تركيز أيوني مماثل لماء البحر ويقدر في كل مرة الكمون الغشائي. سمحت النتائج المحصل عليها من إنجاز منحنى الوثيقة (4).

أ – حلل المنحنى.

ب – بالإعتماد على المعلومات المستخلصة من الوثيقة (4) وجدول التركيب الأيوني للسؤال 1 إستخلص منشأ كمون الراحة.



الوثيقة (4)

4 – نعيد تنبيه المحور العملاق تنبيهات فعالة في شروط تجريبية مختلفة، النتائج مبينة في الجدول الموالي:

المراحل	الشروط التجريبية	النتائج
الأولى	تنبيه المحور العملاق تنبيها فعالا	+50، 0، -60 (أ، ب، جـ، د، هـ، و)
الثانية	نعيد المرحلة الأولى و لكن بعد إضافة مادة TTX (Tétrodoxine) والتي تثبط دخول شوارد Na^+	+50، 0، -60
الثالثة	تخفيض تركيز شوارد الـ Na^+ في الوسط الخارجي إلى 150 ميلي مول/ لتر ثم نعيد المرحلة الأولى	+50، 0، -60
الرابعة	نعيد المرحلة الأولى ولكن بعد إضافة مادة TEA (Tétra-éthyl-ammonium) التي تثبط نفاذية الغشاء لشوارد K^+	+50، 0، -60

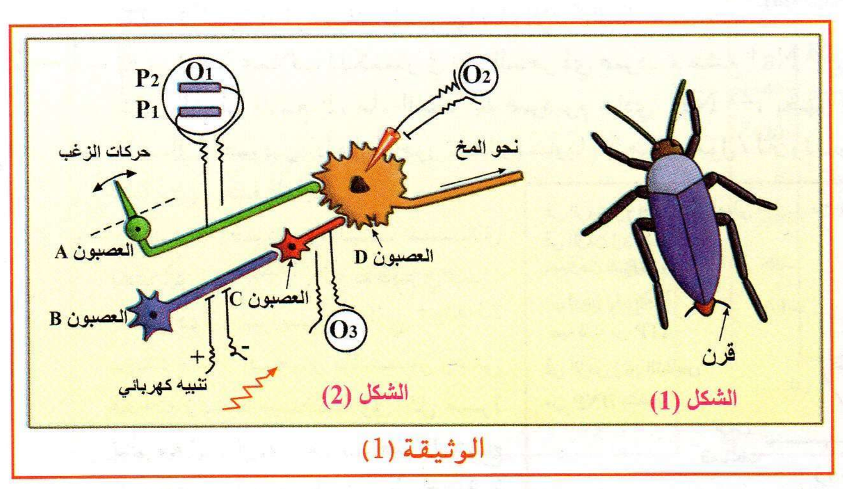
لاحظ منحنى المرحلة الأولى من الجدول ثم:

أ – بالإعتماد على هذه النتائج فقط، قدم تفسيرا أوليا للتسجيلين (ب جـ) ثم (جـ د).

ب – كيف تفسر التسجيلين (د هـ) ثم (هـ و) من هذا المنحنى؟

تمرين 20

إن الشكل 1 من الوثيقة (1) حشرة حساسة جدا لأضعف حركة للهواء المحيط بها، يتم الإحساس بهذه الحركات بواسطة قرنين في نهاية الحشرة يحوي كل قرن زغابات، وهي عبارة عن إمتدادات لعصبونات حسية، ترتبط هذه العصبونات بعقدة من العقد المكونة لسلسلة عصبونية متصلة بالمخ، كما يوجد بكل قرن عصبونات مستقلة عن الزغابات ترتبط بنفس العقدة العصبية.



الوثيقة (1)

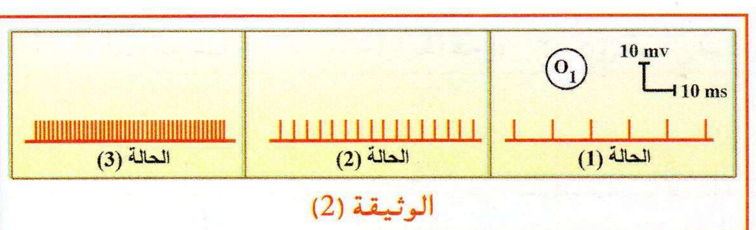
أما الشكل (2) من الوثيقة (1) فيبين السلسلة العصبونية والتركيب التجريبي المستعمل، حيث يمثل العصبون A عصبون حسي والعصبون B عصبون مستقل.



يتم تسجيل نتائج تنبيه مختلف العصبونات بواسطة مساري مجهرية مرتبطة بأجهزة الأوسيلوسكوب O_1 ، O_2 ، O_3 وفي كل الحالات نسجل بالكترود واحد والآخر مرجعي.

1 — تنبيه العصبون A بواسطة حركات سريعة ذات سعات متزايدة للزغب (من الحالة 1 إلى الحالة 3) ونسجل بواسطة O_1 و O_2 والوثيقة (2) تمثل النتائج المحصل عليها بواسطة O_1.

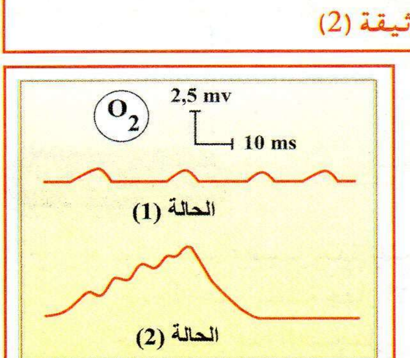
– حدد طبيعة التنبيه المستعمل.



الوثيقة (2)

2 — أ – ماذا يمثل كل خط عمودي من تسجيلات الوثيقة (2)؟

ب – قارن بين التسجيلات المحصل عليها في الحالات الثلاث من الوثيقة (2)، ماذا تستنتج؟



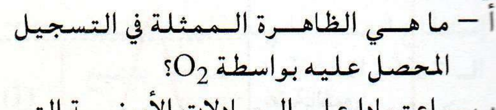
الوثيقة (3)

3 — الوثيقة (3) تمثل النتائج المحصلة عليها بواسطة جهاز الأوسيلوسكوب O_2.

أ – ماذا يمثل التسجيل المحصل عليه في الحالة 1؟

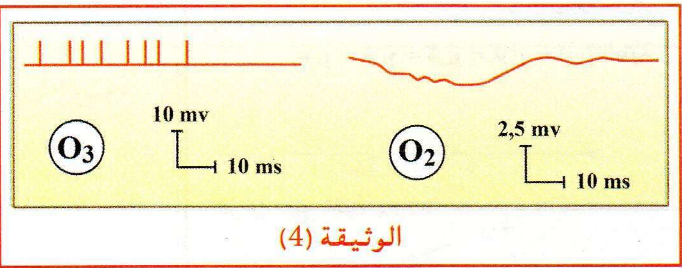
ب – قارن هذا التسجيل بالتسجيل المحصل عليه في الحالة 2، ماذا تستنتج؟

4 — نخضع العصبون B لتنبيه كهربائي فعال ونقوم بتسجيل الإستجابات على مستوى محور العصبون C والجسم الخلوي للعصبون D النتائج موضحة في الوثيقة (4).



أ – ما هي الظاهرة الممثلة في التسجيل المحصل عليه بواسطة O_2؟

ب – إعتمادا على المبادلات الأيونية التي تحدث على مستوى الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي D/C، فسر هذه الظاهرة.



الوثيقة (4)

جـ – ما هو تأثير العصبون C على العصبون D؟

5 — إعتمادا على ما توصلت إليه مما سبق والتسجيل المحصل عليه بواسطة O_3، حدد طبيعة المشبك بين C و B وبين D و C؟

6 — إنطلاقا من المعطيات السابقة، إستخرج دور العصبون D في توصيل المعلومات إلى المخ.

تمرين 21

يمثل الشكلين (1 و 2) من الوثيقة (1) نوعين من المشابك، مشبك كهربائي ومشبك كيميائي، بينما تمثل الوثيقة (2) شكلا مجسما لتفاصيل أكثر للشكل (2) من الوثيقة (1).

الشكل (1) — الشكل (2)

(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13)

الوثيقة (1)

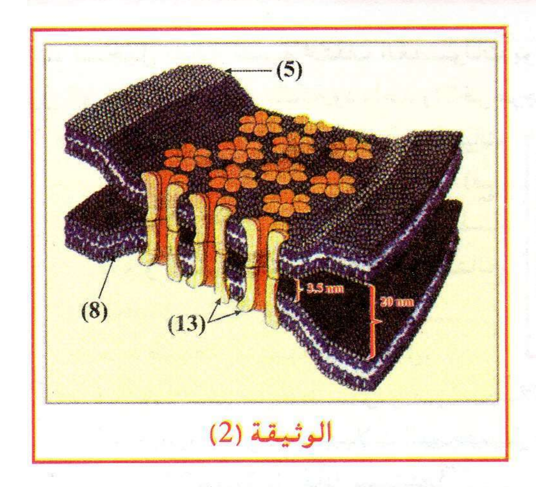
1 — تعرف على المشبكين الموضحين في الشكلين (1 و 2) ثم أكتب البيانات المرقمة.

2 — قارن بين المشبك 1 و 2، ماذا تستنتج؟

3 — تمثل الوثيقة (2) تفاصيل الإتصال بين غشائي الخليتين للمشبك 2.

أ – ما هي المعلومة المستخلصة من هذا الشكل فيما يخص آلية عمل هذا النوع من المشابك؟

ب – قدم أوجه الإختلاف في عمل المشبكين السابقين.

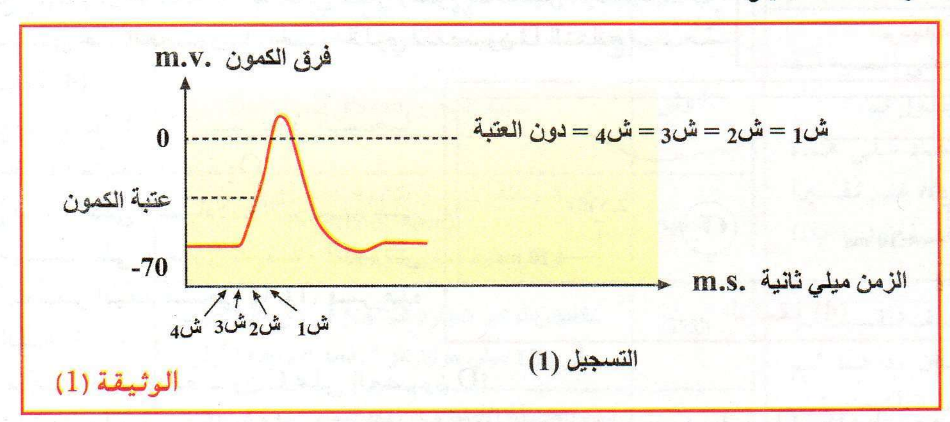


الوثيقة (2)

تمرين 22

1 — أ – نبهنا ليفا عصبيا بعدة تنبيهات غير فعالة بحيث كانت متتابعة وذات تردد سريع، فحصلنا على التسجيل رقم (1) على شاشة جهاز الأوسيلوسكوب.

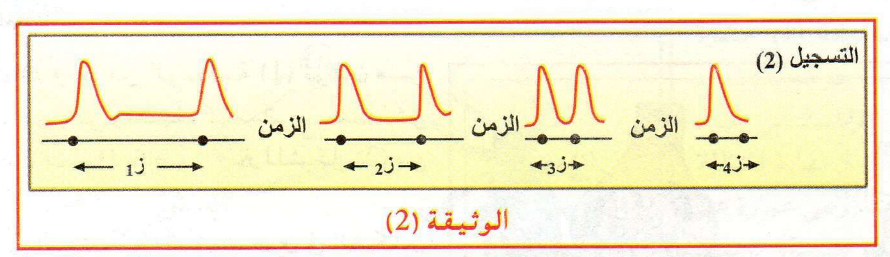
– حلل وفسر هذا التسجيل.



الوثيقة (1)

ب – نعمل على تقليص المدة الفاصلة بين تنبيهين فعالين لهما نفس الشدة والمدة وذلك بالنسبة لنقطة معينة تفصل تنبيهين يصبح الثاني غير فعالا حيث لا يظهر المنحنى الثاني لكمون العمل على الشاشة ويوصف الليف في هذه الحالة بأنه مقاوم للتنبيه الثاني و ذلك من خلال مدة قصيرة يطلق عليها بالدور المقاوم (التسجيل 2).

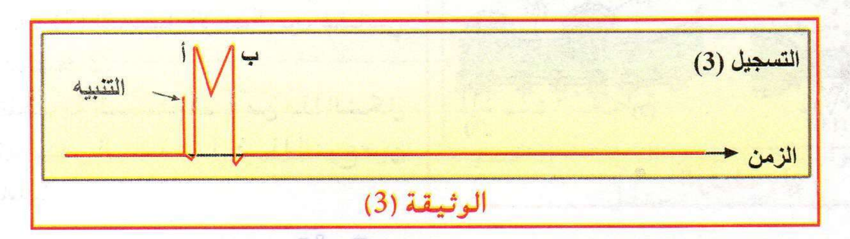
– فسر هذه النتائج.



الوثيقة (2)

2 — أ – يعبر التسجيل (3) عن وجود تنبيه جزء من العصب الوركي المعزول لضفدعة.

– فسر هذا التسجيل وماذا تستخلص؟



الوثيقة (3)

ب – يمثل الجدول الموالي سرعة السيالة العصبية بالنسبة لأنماط مختلفة من الألياف العصبية وذلك عند درجات حرارة مختلفة.

انماط الألياف		القطر الميلي ميكرون	درجة الحرارة م°	السرعة م.ثا$^{-1}$
ألياف الثدييات	ذات نخاعين	20 10 5 – 2	37 37 37	120 60 30 – 12
	عديمة النخاعين	1	37	2
ألياف نخاعينية لعصب وركي عند ضفدعة		20 20	20 30	30 80 – 60

– بأية معلومات تزودنا هذه المعطيات.

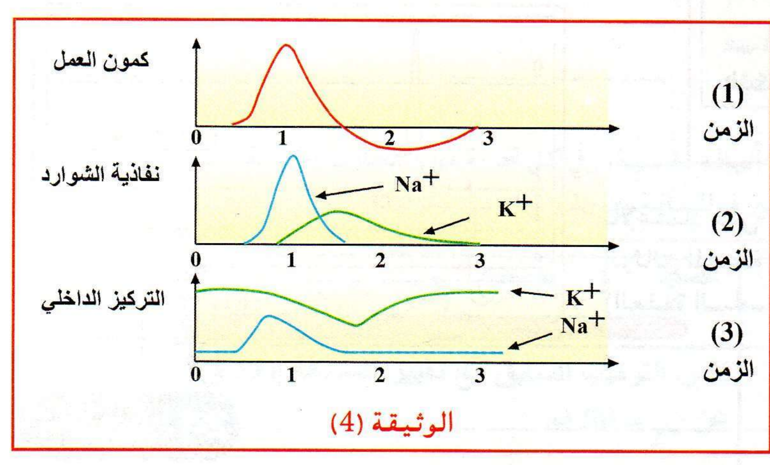
جـ – إن سرعة السيالة العصبية تساوي 1 – 120 م/ ثا في حين سرعة التيار الكهربائي تساوي 3×10^5 كم /ثا.

– تتغير سرعة السيالة العصبية تبعا لتغيرات درجة الحرارة.

– إذا خدرنا عصبا بالايثير أو الكلوروفوم أو أخضعناه لدرجة حرارة قصوى 50° م أو (– 2° م) فإنه لا يسمح بتوصيل السيالة العصبية رغم أنه يمكنه من نقل التيار الكهربائي.

– إستخلص من المعطيات السابقة طبيعة السيالة العصبية.

3 – إستطاع العلماء باستعمالهم لأيونات الـ Na^+ والـ K^+ المشعين، بتتبع حركة هذين الأيونين عبر الغشاء، فقاسوا بذلك نفاذية الغشائية النوعية تجاه كل من الـ Na^+ والـ K^+ وكذلك تركيز هذين الأيونين داخل المحور الأسطواني، فحصلوا على المنحنيات الممثلة في تسجيلات الوثيقة (4).



الوثيقة (4)

– من خلال هذه المنحنيات إستخرج التغيرات المصاحبة لكمون العمل فيما يخص الأيونين Na^+ والـ K^+.

تمرين 23

تمتاز الصراصير بالقدرة الهائلة على الفرار بمجرد هفوة ينتج عنها تيار هوائي بسيط بينما الحركة التلقائية العادية لا تؤدي إلى الفرار.

لدراسة هذه الخاصية عند هذه الحشرات نقدم لك الوثائق التالية:

– **الوثيقة (1):** صورة لحشرات الصراصير.

– **الوثيقة (2):** تشريح الحشرة يظهر جهازها العصبي والتركيب التجريبي لتسجيلات الوثيقة (3).

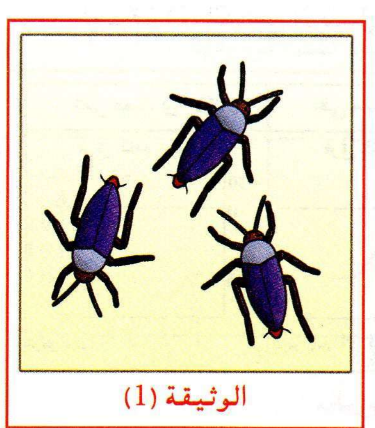
– **الوثيقة (3):** تسجيلات كهربائية سجلت في الجهاز ج1 حيث:

التسجيل (1): سجل إثر تنبيه فعال للعصب 1.

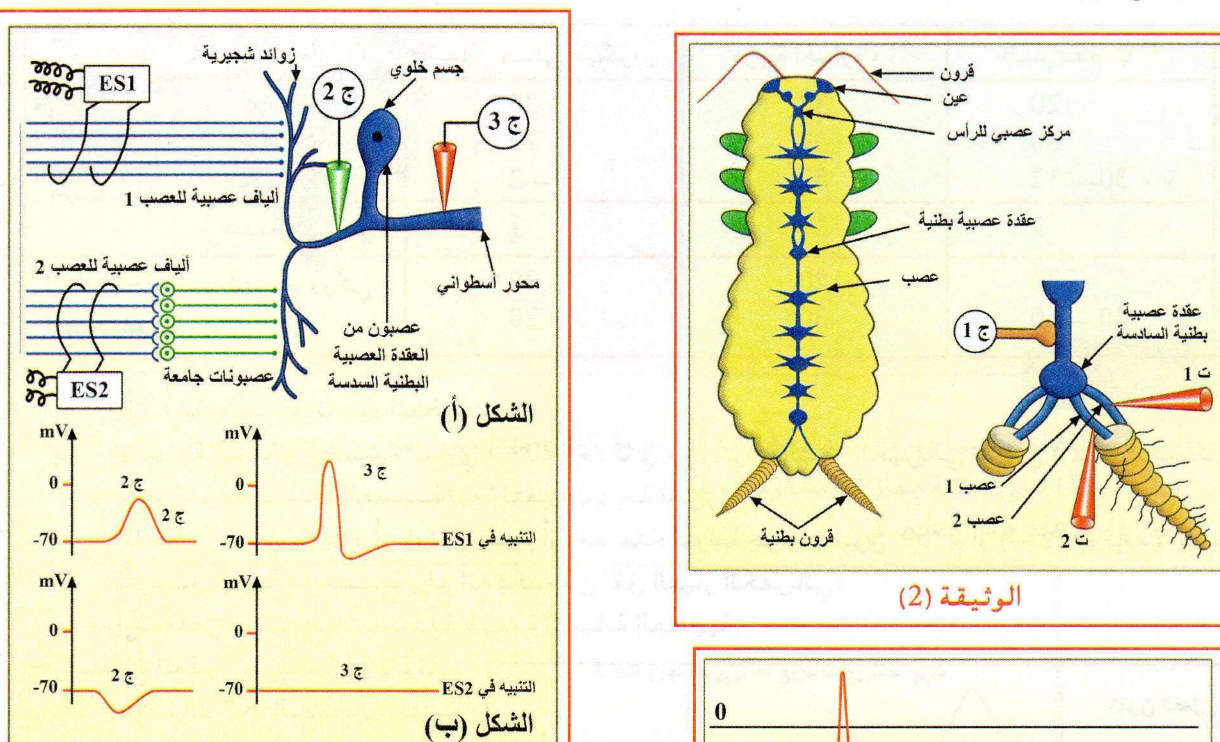
التسجيل (2): سجل إثر تنبيه فعال للعصب 2.

التسجيل (3): سجل لإثر تنبيه فعال للعصبين 1 و 2 في نفس الوقت.

– **الوثيقة (4):** الشكل (أ) يوضح الإتصالات العصبية بين ألياف العصبين (1 و2) مع عصبون العقدة الشوكية السادسة.


الوثيقة (1)

أما الشكل (ب) فيمثل تسجيلات أنجزت في مستوى العصبون العملاق في ج2 و ج3 بعد تنبيه الألياف العصبية في ES1 أو ES2.

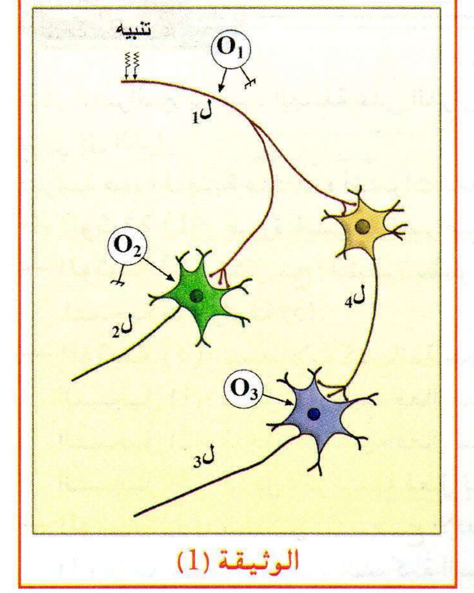


بالإعتماد على المعطيات والمعلومات المستخرجة من مختلف الوثائق المقدمة بين كيف يعمل المركز العصبي عند الصراصير (العقدة السادسة هنا) على دمج المعلومات التي تصله.

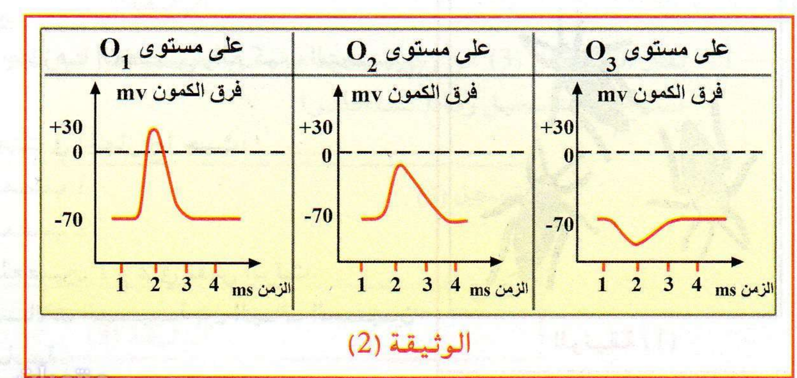
تمرين 24

1 — نعزل ليف عصبي حسي (ل1) والعصبونين الحركيين المرتبطين به (ل2، ل3)، خضع (ل1) لتنبيه فعال وسجلت الإستجابات المحصل عليها في أجهزة الأوسيلوسكوب O_1 ، O_2 و O_3 .

إن الوثيقة (1) تمثل التركيب التجريبي المستعمل وتمثل الوثيقة (2) النتائج المحصل عليها.



الوثيقة (1)



الوثيقة (2)

أ – تعرف على نوع الإستجابة المسجلة في كل جهاز.

ب – حدد نوع المشبك بين $ل_1$ و $ل_2$.

– بين $ل_4$ و $ل_3$، علل إجابتك.

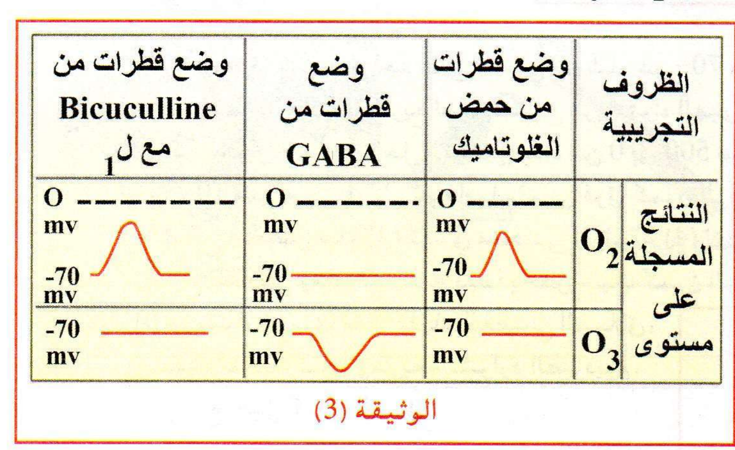
2 – نضع قطرات من مواد كيميائية مختلفة على مستوى الحيز المشبكي.

– بين $ل_1$ و $ل_2$.

– بين $ل_4$ و $ل_3$.

ونسجل الإستجابات على مستوى كل من الأجهزة O_2 و O_3.

إن جدول الوثيقة (3) يوضح شروط التجربة والنتائج المحصل عليها.



الظروف التجريبية		وضع قطرات من حمض الغلوتاميك	وضع قطرات من GABA	وضع قطرات من Bicuculline مع $ل_1$
النتائج المسجلة على مستوى	O_2	O mv / -70 mv	O mv / -70 mv	O mv / -70 mv
	O_3	-70 mv	-70 mv	-70 mv

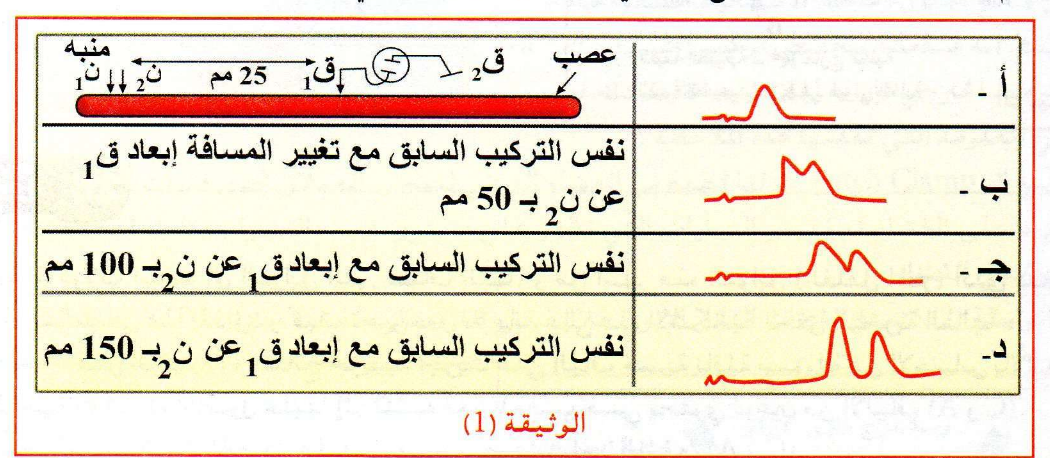
الوثيقة (3)

أ – إعتمادا على معطيات الجدول ما نوع المبلغ العصبي المتدخل في نقل السيالة العصبية بين العصبونين $ل_1$ و $ل_2$ وبين $ل_4$ و $ل_3$ مع التعليل.

ب – بإستغلالك لمعطيات الجدول وإجابتك السابقة فسر تأثير مادة الـBicuculline في نقل السيالة العصبية على مستوى مشابك هذه السلسلة العصبية.

تمرين 25

I – ننبه العصب الوركي للضفدع بعد إزالة أليافه الحسية، وفي كل تجربة من التجارب الأربعة الممثلة في الوثيقة (1) نستخدم نفس المنبه نوعا وشدة، مع تغيير في المسافة بين ن2 و ق1 فهي متزايدة.



أ -	منبه $ن_1$ $ن_2$ ← 25 مم → $ق_1$ $ق_2$ عصب
ب -	نفس التركيب السابق مع تغيير المسافة إبعاد $ق_1$ عن $ن_2$ بـ 50 مم
جـ -	نفس التركيب السابق مع إبعاد $ق_1$ عن $ن_2$ بـ 100 مم
د-	نفس التركيب السابق مع إبعاد $ق_1$ عن $ن_2$ بـ 150 مم

الوثيقة (1)

• إن الألياف العصبية الحركية المكونة للعصب الوركي مختلفة القطر ومن حيث نسب توزيعها.

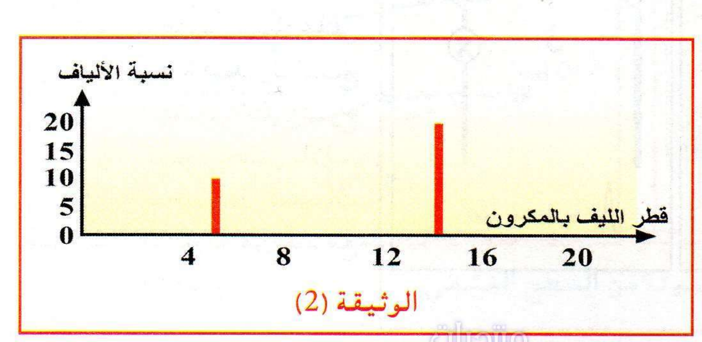
إن الوثيقة (2) توضح ذلك.

1 – حلل المنحنى "أ" من الوثيقة (1) كهربائيا.

2 – فسر المنحنى "أ" إعتمادا على الظواهر الكيميائية.

3 – مستعينا بمعطيات الوثيقة (2)، ما هو الشرح الذي تقدمه لتبرهن على تغيرات شكل المنحنيات أ، ب، جـ، د؟

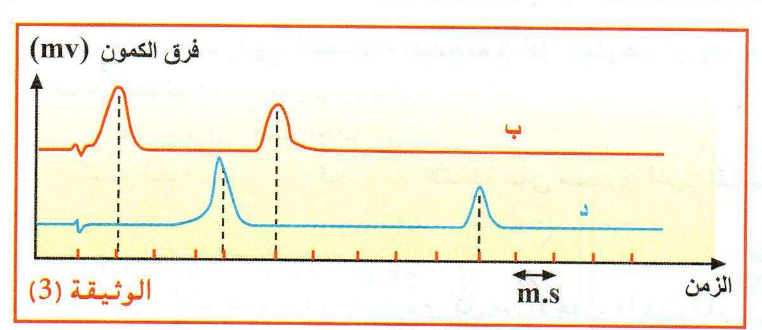
4 – أحسب سرعة إنتشار الظاهرة المدروسة



الوثيقة (2)

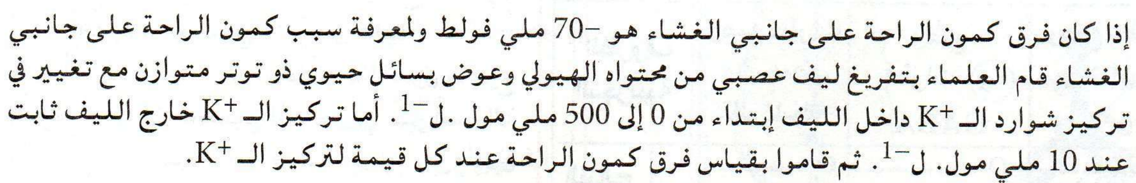


والمسجلة على الشاشة مستعينا بالتسجيلين ب، د كما هو موضح في الوثيقة (3).



الوثيقة (3)

II – 1 – لوحظ أن تركيز شوارد الـ K^+ داخل الليف العصبي هو 400 ملي مول/ ل وخارجه هو 10 ملي مول/ ل.



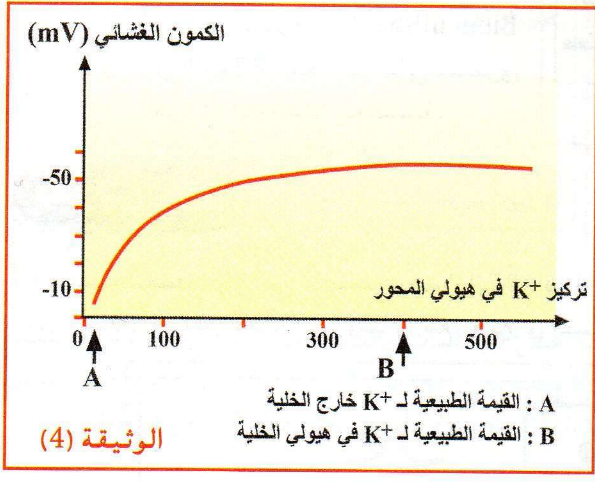
إذا كان فرق كمون الراحة على جانبي الغشاء هو –70 ملي فولط ولمعرفة سبب كمون الراحة على جانبي الغشاء قام العلماء بتفريغ ليف عصبي من محتواه الهيولي وعوض بسائل حيوي ذو توتر متوازن مع تغيير في تركيز شوارد الـ K^+ داخل الليف إبتداء من 0 إلى 500 ملي مول .ل$^{-1}$. أما تركيز الـ K^+ خارج الليف ثابت عند 10 ملي مول. ل$^{-1}$. ثم قاموا بقياس فرق كمون الراحة عند كل قيمة لتركيز الـ K^+.

النتائج المحصل عليها ممثلة في منحنى الوثيقة (4).

إشرح المنحنى وماذا تستنتج فيما يخص سبب كمون الراحة؟

2 – إذا علمت أن تبينها فعالا لليف العصبي العملاق، يسبب نفاذية كبيرة وسريعة لشوارد الصوديوم.

– إشرح أصل كمون العمل.



الوثيقة (4)

تمرين 26

تعود نكهة المأكولات أساسا إلى التوابل التي تضاف إليها، و من أشهر هذه التوابل (الفلفل الحار) الذي يعطي للأكل مذاقا حارا، فما مصدر هذا المذاق؟ و كيف نحس به؟ للإجابة على هذه الإشكالية نحقق التجربة التالية :

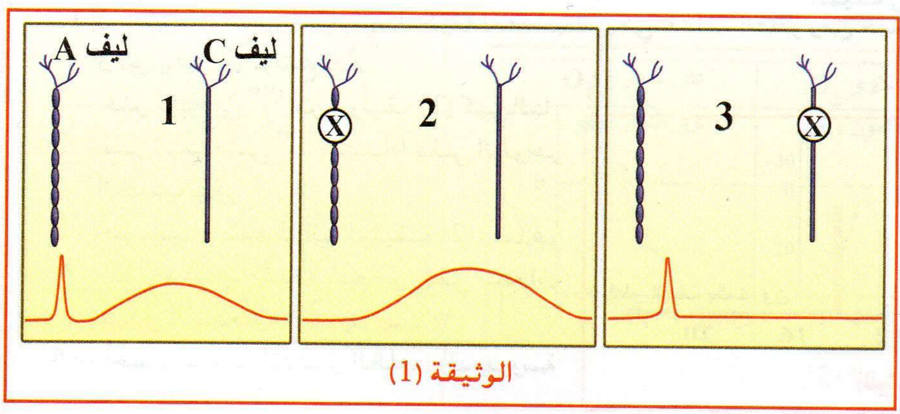
أ – المرحلة 1 : تمثل الوثيقة (1) نتائج تجريبية أجريت على ألياف حسية ناقلة مسؤولة عن الإحساس بالألم حيث :

– التسجيلات (1) تم الحصول عليها إثر تنبيه فعال لعصب حسي يحتوي نوعين من الألياف (A و C).

– التسجيلين (2 و 3) تم الحصول عليهما بعد تثبيط عمل أحد الليفين (A و C).

1 – قارن بنية الليفين (A و C).

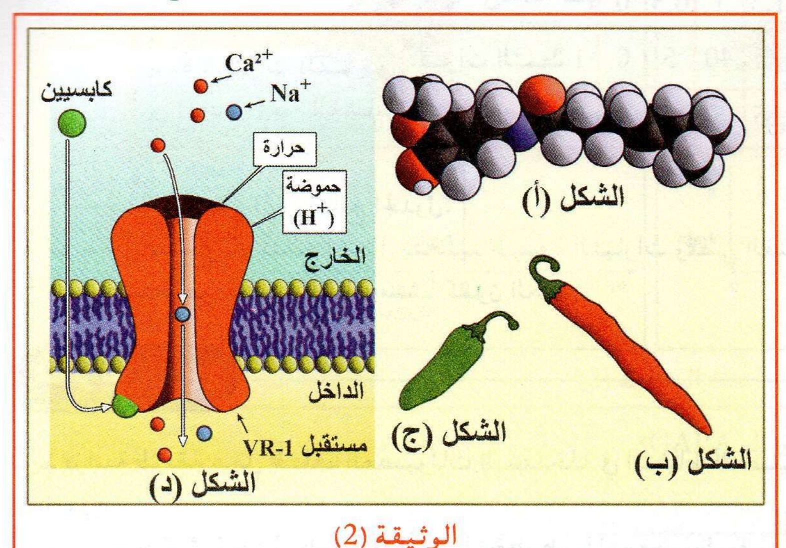
2 – بالإعتماد على معارفك ونتائج التسجيلات، إشرح كيف نحس بالألم محددا البنيات المسؤولة عن ذلك مع التعليل.



الوثيقة (1)

3 – هل تؤكد نتائج التسجيلين (2 و 3) ما توصلت إليه في السؤال 2؟ علل ذلك.

ب – المرحلة 2: يمثل الشكل (أ) من الوثيقة (2) جزيئة الكابسيين المستخلصة من الشكلين (ب ، ج)، بينما يمثل الرسم التخطيطي للشكل (د) قناة VR – 1 وهي قناة متواجدة في الألياف الحسية من نوع (C).



الوثيقة (2)

بينت نتائج تجريبية أيضا أن تعاطي محلول من هذه المادة يؤدي إلى الإحساس بالمذاق الحار.

1 – ما هي المعلومات المستخلصة من معطيات المرحلتين (1 و 2)؟

2 – بالإعتماد على ماسبق إشرح مصدر مذاق الفلفل الحار، مبرزا دور البروتينات الغشائية في الإحساس بذلك.

تمرين 27

إن الرسالة التي تنتشر عبر غشاء الليف العصبي عبارة عن كمونات عمل وللبحث عن أصل هذه الكمونات نقوم بما يلي:

1 – نقوم بقياس تركيز كل من الـ Na^{+} والـ K^{+} خلال الراحة في كل من هيولي الليف العصبي والوسط الخارجي والنتائج كما هو موضح بالجدول المجاور :

الأيونات	التركيز بالميلي مول / لتر	
	هيولي المحور	الوسط الخارجي
Na^{+}	50	440
K^{+}	400	20

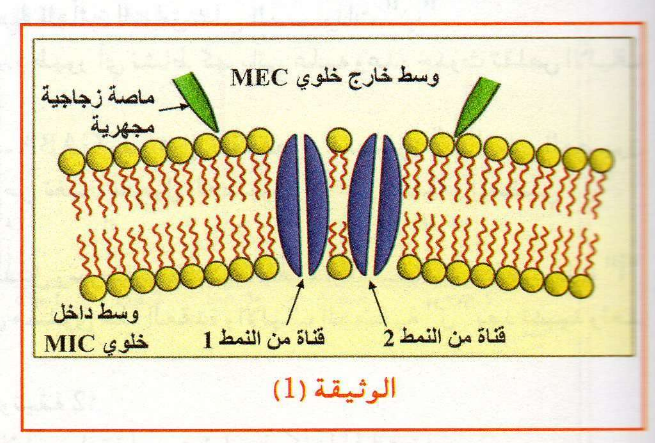
– حلل نتائج الجدول وما هي الإشكالية المطروحة؟

2 – لوحظ أنه عندما تنخفض تركيز شوارد الـ Na^{+} في الوسط الخارجي فإن قابلية تنبيه الليف تنخفض.

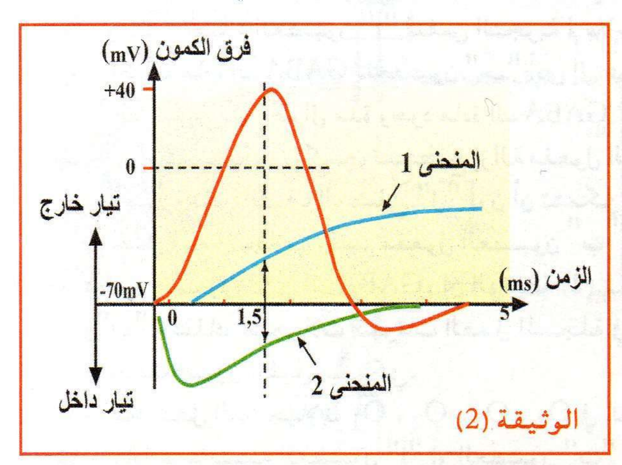
– ماهي المعلومة التي تقدمها هذه الملاحظة ؟

3 – بتقنية الـ Patch Clamp عزلنا قطعة من الغشاء الهيولي للمحور العملاق تحوي قنوات أيونية وفرضنا كمونا معينا على الغشاء ثم نقيس التيارات التي تظهر على مستوى هذه القنوات والوثيقة (1) تبين نمطين من القنوات في الغشاء.

أما الوثيقة (2) فتمثل تغيرات التيار الأيوني خلال فرض كمون على الغشاء مقداره 70 ملي فولط.



الوثيقة (1)



الوثيقة (2)

والجدول الموالي يحدد عدد القنوات المفتوحة في مساحة معينة من السطح الغشائي.



		الزمن (بـ ميلي ثانية)										
		0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
عدد القنوات المفتوحة في (مك م2) من الغشاء	قنوات النمط 1	0	5	40	25	25	0	0	0	0	0	0
	قنوات النمط 2	0	0	5	15	20	18	12	8	2	1	0

أ – حلل الوثيقة (2) ونتائج الجدول.

ب – هل تسمح لك نتائج الجدول بتحديد طبيعة التيارات ونمطي القنوات الأيونية مع التعليل.

جـ – إستخلص مما سبق أصل ومنشأ كمون العمل.

تمرين 28

نريد دراسة طريقة عمل مختلف العصبونات المتدخلة في النشاط العضلي لدى مفصليات الأرجل، من أجل ذلك نقوم بما يلي:

– توضح الوثيقة (1) المجاورة رسما تخطيطيا لتعصيب ليف عضلي (ل).

الوثيقة (1)

1 – للتوصل إلى دور كل من العصبونات أ، ب، جـ، أنجزنا التجارب التالية على محضر عصب – عضلة معزولة عن المراكز العصبية.

أ – عند تنبيه العصبون "أ" تنبيها فعالا يتقلص الليف العضلي "ل".

ب – دون أية تنبيه، نسجل على العصبون "جـ" مرور كمونات عمل ذو تردد "ت1"، وعندما نقوم بتمديد الليف العضلي "ل" تزداد ترددات كمونات العمل فتصبح أكثر من ت1.

– عندما ننبه العصبون "ب" تنخفض ترددات كمونات العمل التي تصل إلى العصبون "جـ" فتصبح أقل من ت1، مع عدم تقلص الليف العضلي "ل" عند إجراء تنبيه على مستوى العصبون "أ".

– من خلال معطيات هذه التجارب وضح دور كل من العصبونات "أ"، "ب" و "جـ".

2 – لإظهار دور العصبون "ب" نقوم بالتجارب التالية :

أ – وضعنا محضر ألياف عصبية ـ عضلات لرأسيات الأرجل في وسط فيزيولوجي، إن تنبيه العصبونات من النمط "ب" يؤدي إلى ظهور مادة الـ GABA في الوسط.

وعند إخضاع العصبون "أ" لنفس التجربة لم يلاحظ التأثير السابق على العصبونات "ب".

ب – إضافة مادة الـ GABA للعصبون "جـ" أدى إلى عدم ظهور أي نشاط كهربائي عليه وعدم حدوث تقلص الألياف العضلية "ل" طوال مدة وجود مادة الـ GABA.

جـ – إن مادة البيكروتوكسين تستطيع إزالة مفعول الـ GABA ومن ثم إزالة مفعول العصبون "ب" على العصبون "جـ" وعلى الليف العضلي "ل" دون أن تتمكن من تغيير مفعول العصبون "أ" على الليف العضلي "ل".

– حلل هذه التجارب وفسر مفعول العصبون "ب".

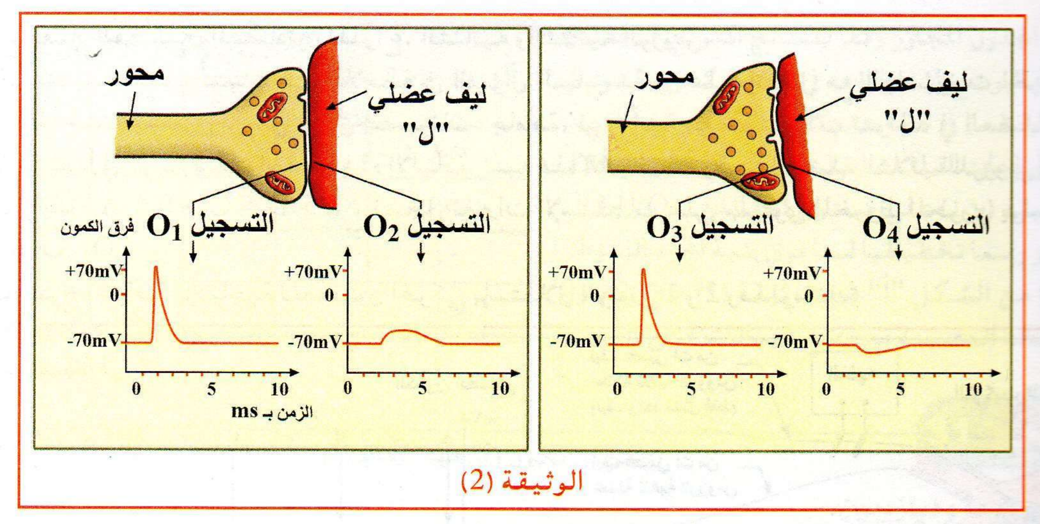
3 – لإظهار مستوى تأثير الـ GABA، إن الوثيقة (2) تمثل رسوما تخطيطية للعقدة السيسائية للعصبونات "أ" و"ب" وكذلك تسجيلات كمونات العمل المسجلة في مستوى هذه العقدة والألياف العضلية "ل" بعد تنبيه واحد فقط للعصبون القبل مشبكي.

أ – ماذا تمثل التسجيلات O_1 ، O_2 ، O_3 ، O_4 في الوثيقة 2؟

ب – لماذا عند تنبيه العصبون "أ" أو العصبون "ب" لا نسجل تقلص عضلي في كلتا الحالتين؟

جـ – كيف يمكنك أن تحصل على تقلص الليف العضلي "ل".





الوثيقة (2)

د – فسر من كل ما سبق و معلوماتك تأثير الـ GABA؟

تمرين 29

(يمكن ان تكون وضعية ادماجية)

إليك الوثائق التالية:

الوثيقة 1: التركيب التجريبي:

تسجل تغيرات الإستقطاب لعصبون حركي من القرن الأمامي للنخاع الشوكي لحيوان ثدي بفضل إلكترود مجهري يوضع على مستوى المخروط المحوري Axonigue بحيث يكون الإلكترود مرتبط بجهاز الأوسيلوسكوب (O_1). جهاز ثاني (O_2) يسمح بتسجيل النشاط الكهربائي على مستوى العصبون الحركي.

إن العصبون الحركي متصل بألياف عصبية حسية آتية من نفس العضلة التي يتسبب في تقلصها.

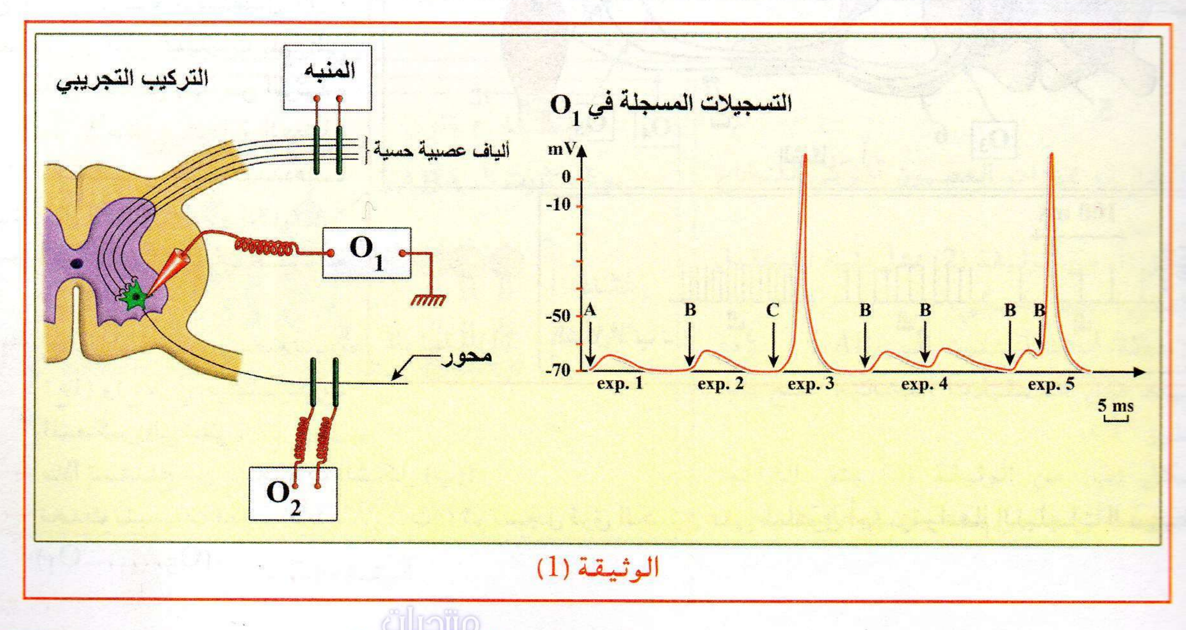
يسمح منبه للحصول على عدة تنبيهات ذات شدة متغيرة على هذه الألياف الحسية.

التسجيلات المحصل عليها في O_1:

– التجارب 1، 2، 3 : A ، B ، C تمثل تنبيهات ذات شدة متزايدة حيث $C > B > A$.

– التجارب 4 و 5 : التنبيهلت بشدة B تحدث لفترة زمنية متغيرة.

التسجيلات المحصل عليها في O_2 (غير ممثلة): لا نلاحظ كمون عمل إلا في التجربة (3) و(5).



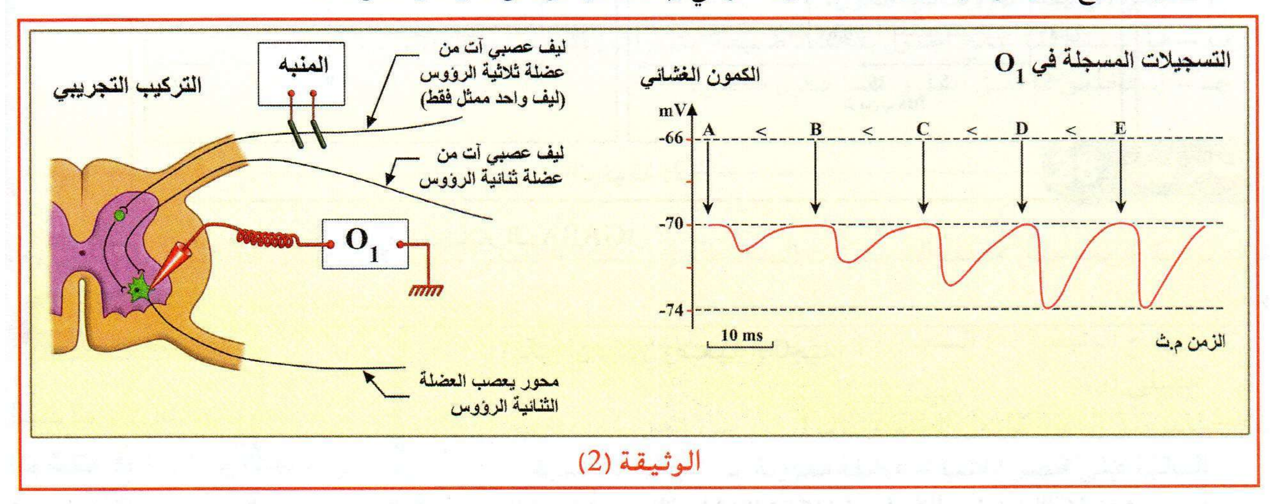
الوثيقة (1)



الوثيقة 2: نعتبر العضلتين المتضادتين للذراع، الثنائية والثلاثية الرؤوس.

– إن ألياف عصبية حسية ليست هي الملاحظة في السؤال السابق تكون على إتصال مع العصبونات الحركية التي تعصب العضلة الثنائية الرؤوس عن طريق عصبونات جامعة، فهي آتية من مستقبلات تتواجد في العضلة الثلاثية الرؤوس، لقد مثلنا في الرسم ليف واحد من هذه الألياف. ننبه هذه الألياف الآتية من العضلة الثلاثية الرؤوس بتنبيهات ذات شدة متزايدة: A < B < C < D < E ، نسجل تغيرات الإستقطاب على مستوى المخروط المحوري بواسطة جهاز الأوسيلوسكوب O_1.

– المطلوب: شرح الخواص الإدماجية للعصبون الحركي بإستغلال الوثائق 1 و 2 ومعلوماتك؟



الوثيقة (2)

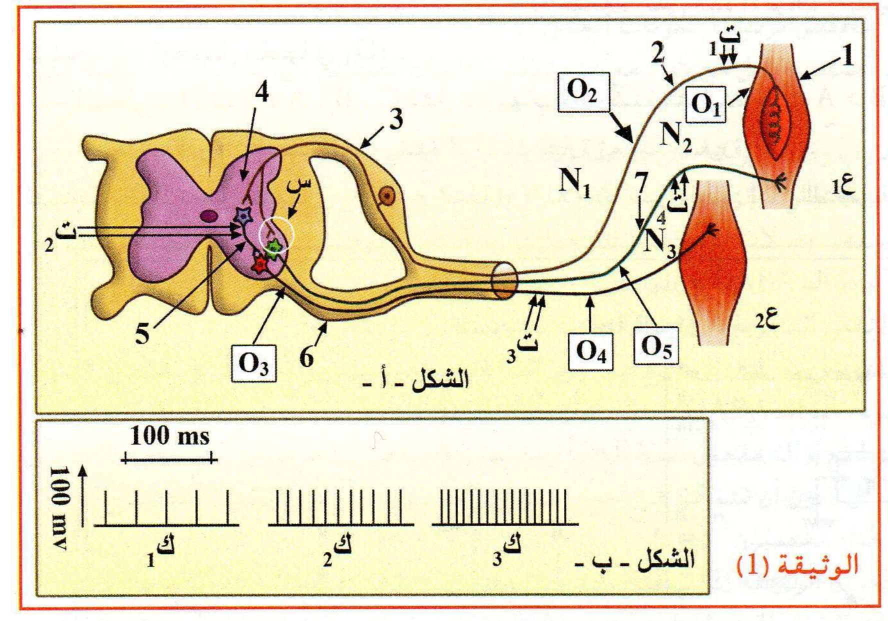
تمرين 30

نريد دراسة مسار السيالة العصبية أثناء حدوث المنعكس الرضفي لذلك نقوم بالأعمال التالية:

يمثل الشكل [أ] من الوثيقة (1) مخطط يوضح علاقة العصبونات التي تؤمن المنعكس الرضفي عند القط.

نعرض العضلة (ع1) لتمددات وذلك بربطها بأثقال متزايدة الكتلة حيث:

ك1 < ك2 < ك3. تغيرات تواتر كمون العمل في (N1) المسجلة عن طريق قطب الإستقبال (ق1) المتصل براسم الذبذبات المهبطي ممثلة في الشكل (ب) من الوثيقة (1) كما يلاحظ إستجابة العضلة (ع1) بالتقلص عند تمددها باستعمال الثقلين (ك2 و ك3).



الوثيقة (1)

1 – قدم أسماء البيانات المرقمة من 1 إلى 7.

2 – إستخلص دور العضلتين (ع1) و(ع2) في حدوث المنعكس الرضفي.

3 – ماذا تستنتج من تسجيلات الشكل (ب)؟

4 – نحدث تنبيهات فعالة (ت1.......ت4) ثم نسجل فرق الكمون على مستوى أجهزة راسم الذبذبات المهبطي (O_1.......O_5).



أ – أملأ الجدول المجاور وفقا للنتائج المتوقع الحصول عليها بوضع إشارة (+) في حالة كمون العمل وإشارة (–) في حالة عدم تغييرالكمون الغشائي.

ب – علل إجابتك للتسجيل المحصل عليه خلال التنبيه (ت1) على مستوى الجهازين (O_4 و O_5).

جـ – أنجز رسما تخطيطيا لما فوق بنية الجزء المؤطر (س) من الشكل "أ" من الوثيقة (1) خلال وصول الرسالة العصبية مع وضع البيانات على الرسم.

التنبيه (ت)	تسجيل فرق الكمون في O				
	O_1	O_2	O_3	O_4	O_5
ت1					
ت2					
ت3					
ت4					

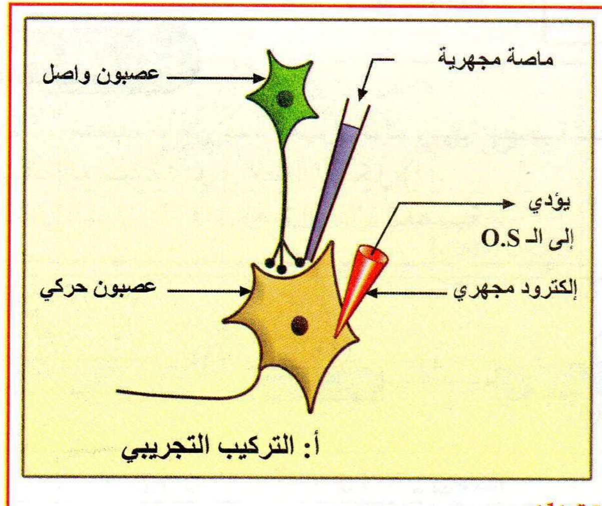
تمرين 31

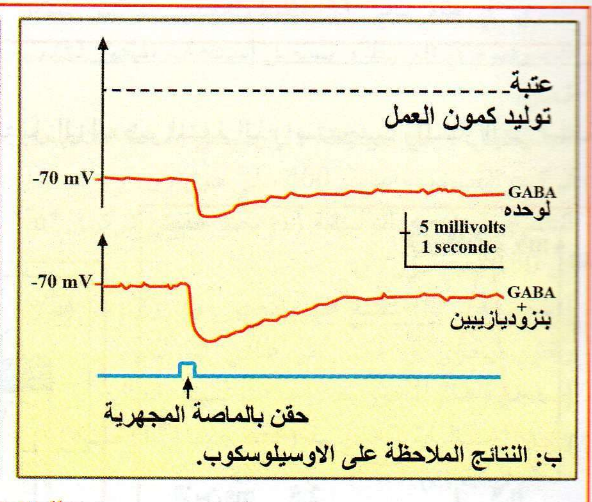
(يمكن ان تكون وضعية ادماجية)

آلية تأثير البنزوديازيبين.

إن الجزيئات التي من عائلة البنزوديازيبين لها تأثيرات من بينها تسبب الإرتخاء العضلي.

الوثيقة 1: تأثير البنزوديازيبين على مشبك من النخاع الشوكي: ندرس عمل مشبك باستعمال مادة الـ GABA كمبلغ عصبي: لدينا ماصة جهرية تسمح بحقن مواد مختلفة (GABA والبنزوديازيبين) على مستوى الحيز المشبكي، بوضع إلكترود مجهري في الجسم الخلوي للعصبون البعد مشبكي وهي تسمح بقياس تغير إستقطاب هذا العصبون، المنحنيات (ب) من الوثيقة (1) تقدم النتائج المحصل عليها على شاشة جهازالأوسيلوسكوب.





الوثيقة (1)

الوثيقة 2: مميزات العصبون الحركي للنخاع الشوكي:

الشكل (أ) من الوثيقة (2) يمثل بنية المستقبل الغشائي البعد مشبكي.

ملاحظة: عندما يتثبت الـ GABA في موقع تثبيته على المستقبلات الغشائية تفتح قناة الكلور Cl^-.

الشكل (ب) من الوثيقة (2) يمثل التراكيز الشاردية على جانبي العصبون في حالة الراحة.

الوثيقة (2) ـ أ

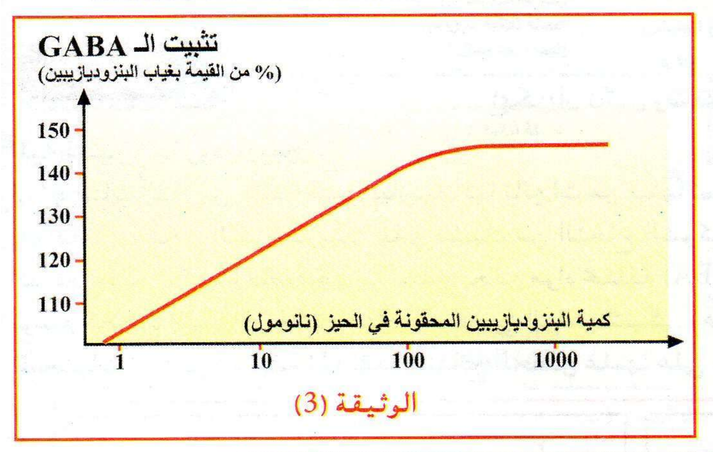


التراكيز الشاردية في حالة الراحة ملي مول/ ل	الوسط الخارج خلوي	الوسط الداخل خلوي
Na^+	440	49
K^+	22	410
Cl^-	560	40


الوثيقة (2) ـ ب

الوثيقة 3: البنزوديازيبين وتثبيت الـ GABA :
يبين منحنى الوثيقة 3 النتائج المحصل عليها عند تثبيت الـ GABA على مستقبلاته البعد مشبكية عند حقن مجهري للبنزوديازيبين في الشق المشبكي.

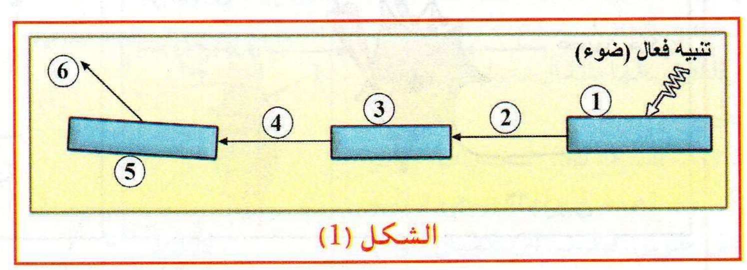
المطلوب: باستغلالك لهذه الوثائق إقترح تفسيرا لآلية عمل جزيئات البنزوديازيبين.



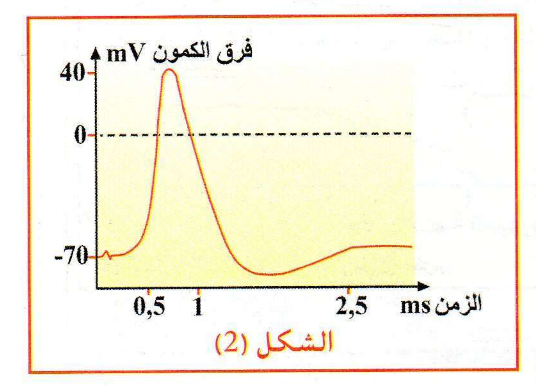
الوثيقة (3)

تمرين 32

إن تنبيه منطقة ما من جسم الحيوان تولد رسالة عصبية تنتقل إلى العضو المنفذ الذي يستجيب والمسار التي تسلكها السيالة العصبية ممثل في مخطط الشكل (1).
ومنحنى الشكل (2) يمثل وحدة الرسالة العصبية.



الشكل (1)



الشكل (2)

1 — سم العناصر المرقمة في مخطط الشكل (1).

2 — حلل منحنى الشكل (2) كهربائيا.

3 — إن تكييف الإستجابة المتناسقة خلال السلوك الحيواني مع ظروف الوسط يتطلب ترميز الرسالة العصبية، لإظهار كيف يتم هذا الترميز عند الضفدع ننجز التجربتين التاليتين:

التجربة (1): يتغذى الضفدع على بعض الحشرات بلسانه وخاصة الرعاش وهي حشرة طويلة الجسم شفافة الأجنحة، نسجل النشاط الكهربائي لعصبون بصري للضفدع ونلاحظ حركة اللسان عندما تعرض أمامه نماذج متحركة من الورق المقوى مختلفة الأبعاد، الشكل (3) يلخص نتائج هذه التجربة.

النموذج المستعمل	ترددات كمونات العمل المسجلة (1s)	حركة اللسان
a -		−
b -		+
c -	مدة العرض	−

كل خط عمودي يمثل تسجيل يشبه الشكل (2)
+ حدوث
- عدم حدوث

الشكل (3)

أ – أحسب التردد خلال فترة العرض في كل حالة من الحالات الثلاثة.

ب – حلل الشكل (3).

4 – **التجربة (2):** نحقن بواسطة ماصة مجهرية الأسيتيلكولين على مستوى البنية التي تربط العنصر (4) بالعنصر (5) من الشكل (1) ونسجل سعة الإستجابة لدى العنصر (5). النتائج المحصل عليها ممثلة في الجدول الموالي:

تركيز الأستيل كولين ميكرومول/ل	10	50	100	300	400	500
سعة إستجابة العنصر 5 $uA\ 10^{-2}\ x$	2	3	3,5	4	4	4

أ – أرسم منحنى تغيرات سعة إستجابة العنصر (5) بدلالة تركيز الأستيل كولين.

ب – حلل وفسر المنحنى.

جـ – وضح كيف يتم ترميز الرسالة العصبية من مستوى لآخر إنطلاقا من نقطة التنبيه إلى حصول الإستجابة.

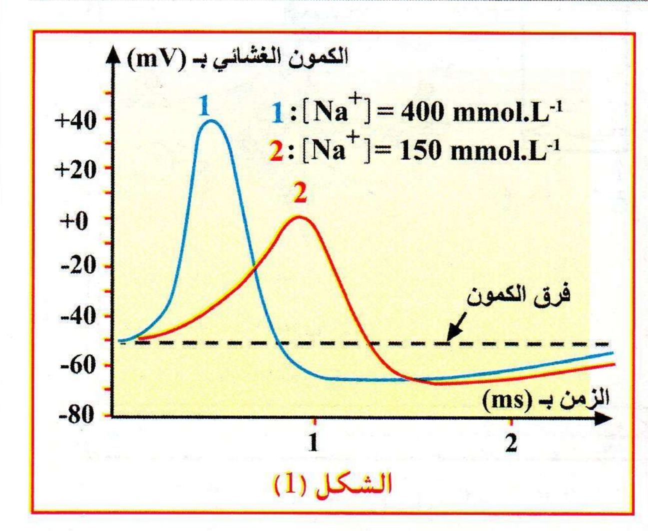
تمرين 33

لدراسة بعض مظاهر الإتصالات العصبية نقترح ما يلي:

I – **التجربة (1):** نضع المحور العصبي المعزول لحيوان بحري في ماء بحر ثم نقوم بتغيير تركيز شوارد الصوديوم في الوسط و نسجل إستجابة المحور لتنبيه فعال.

التسجيل 1 من الوثيقة (1) يمثل الحالة العادية أي تركيز الصوديوم عادي 400 ملي مول/ ل.

التسجيل 2 من الوثيقة (1) بعد خفض تركيز Na^+ إلى 150 ملي مول/ ل.



الشكل (1)

التجربة (2): نضع محور عصبي معزول آخر لحيوان رخوي بحري في ماء بحر عادي ثم نقوم بتسجيل إستجابة هذا المحور بعد إحداث تنبيه فعال:

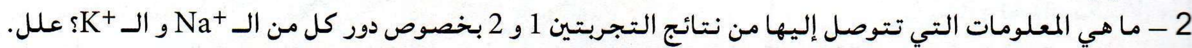
– في الحالة العادية (التسجيل 1) من الوثيقة (2).

– في حالة إضافة مادة تمنع إنفتاح قنوات الـ K^+ إلى الوسط الخارجي حصلنا على التسجيل (2) من الوثيقة (2).

(mv)
التسجيل 1
التسجيل 2
+50
0
-50

الشكل (2)

1 – ماذا يمثل منحنى التسجيل (1) من الوثيقة (1)؟



2 – ما هي المعلومات التي تتوصل إليها من نتائج التجربتين 1 و 2 بخصوص دور كل من الـ Na^+ و الـ K^+؟ علل.

3 – وضح باختصار كيف تتدخل قنوات الصوديوم والبوتاسيوم في توليد كمون العمل.

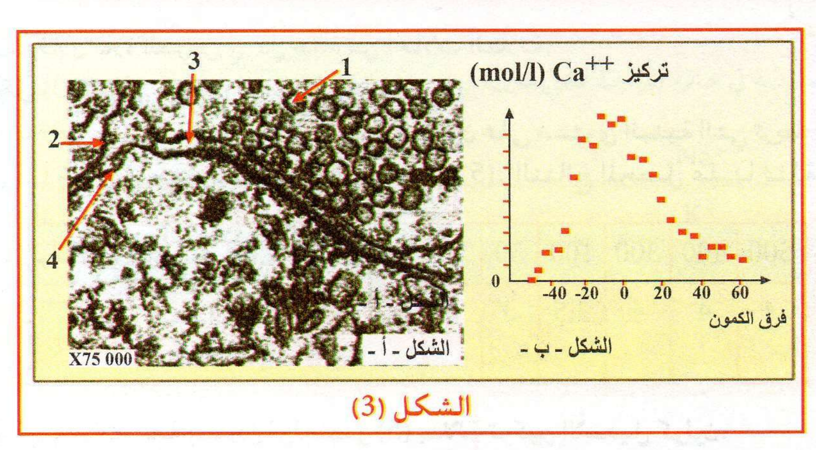
II – إن الشكلين أ ، ب من الوثيقة (3) يمثلان صورة مجهرية لمشبك و تطور تركيز شوارد الـ Ca^{++} داخل العنصر القبل مشبكي إثر تطبيق سلسلة من كمونات عمل لمدة (6) ملي ثانية على هذا العنصر.

1 – ضع البيانات حسب الترقيم المعطى على الشكل أ من الوثيقة (3).

2 – أ – حلل منحنى الشكل ب من الوثيقة (3).

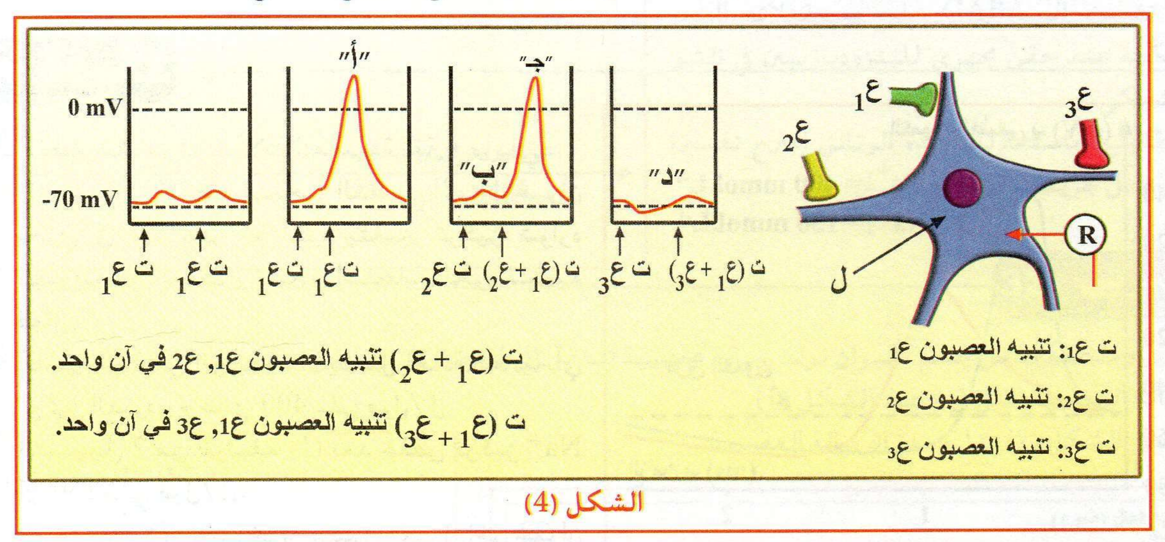
ب – فسر التطور الملاحظ في تركيز شوارد الكالسيوم.

3 – إعتمادا على ما سبق ومعلوماتك، فسر باختصار آلية النقل المشبكي في حالة مشبك منبه.



الشكل (3)

III — تمثل الوثيقة (4) التسجيلات المحصل عليها على مستوى العصبون المحرك "ل" باستخدام الأوسيلوسكوب (R) إثر تنبيهات فعالة (ت) لها نفس الشدة على العصبونات "ع1" ، "ع2" ، "ع3" .



الشكل (4)

1 – أ – تعرف على التسجيلين "ب" و "د".

ب – ماهي وظيفة العصبونات "ع1" ، "ع2" و "ع3" ؟

2 – فسر النتائج المحصل عليها بالنسبة للتسجيلين "أ" و "جـ".

3 – إستنتج دور العصبون المحرك "ل" الذي تم الكشف عنه في الوثيقة (4).

تمرين 34

(يمكن ان تكون وضعية ادماجية)

الظواهر الشاردية أصل كمون العمل.

إن كمون العمل يتجلى بتغير مؤقت للإستقطاب الغشائي في نقطة معينة من العصبون (الوثيقة 1).

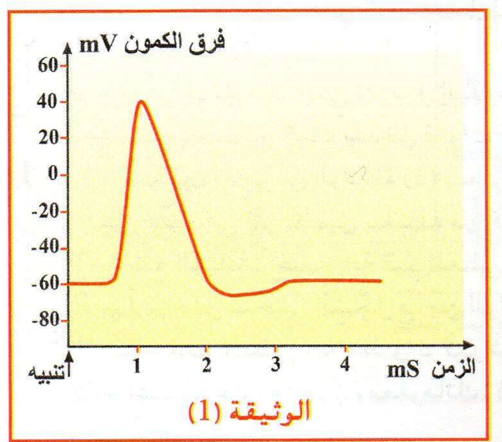
نقترح البحث عن الظواهر الشاردية التي هي مصدر كمون العمل.

الوثيقة (1) : تغيرات الإستقطاب الغشائي (كمون العمل) للمحور العملاق للكالمار.

الوثيقة (2) : التركيز الشاردي للوسطين الداخل والخارج خلوي للمحور العملاق للكالمار (ملي مول /لتر).

الوثيقة (2)

	Na^+	K^+
وسط خارج خلوي	140	5
وسط داخل خلوي	14	146



الوثيقة (1)

الوثيقة (3) : تقنية الكمون المفروض :
تسمح هذه التقنية بفرض كمون بمدة وقيمة متناسبتين لغشاء المحور وقياس قيمة التيارات الشاردية العابرة لغشاء العصبون.

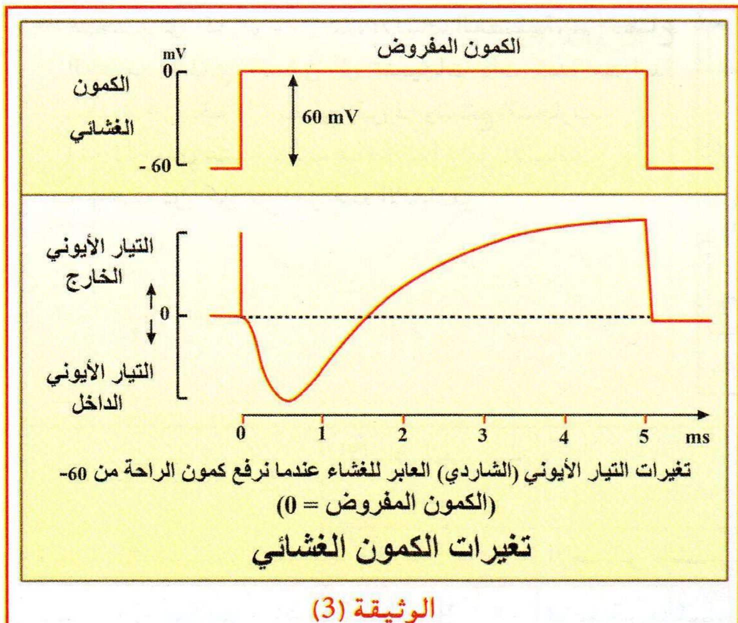
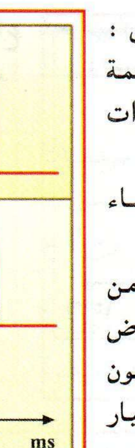
التجربة (1): نفرض كمون يقوم بإلغاء الكمون الغشائي.
النتائج المسجلة ممثلة في الوثيقة (3). من جهة أخرى نلاحظ أنه إذا كان الكمون المفروض ضعيف جدا [لا نبتعد كثيرا عن قيمة الكمون الغشائي (في حالة الراحة)] لا يعبر أي تيار شاردي الغشاء.

الوثيقة (4):

التجربة (2): مادة الـtétrodotoxine (TTX) مادة سامة تم عزله من بعض أعضاء السمك المسمى بـ Tétrodon يثبط آلية نفاذية الـ Na^+ عبر محور الكالمار، عندما نضع هذا السم على سطح الخلية ويكون الكمون المفروض نلاحظ النتائج الممثلة في المنحنى (1) من الوثيقة (4) فقط.

التجربة (3): المادة TEA تثبط نفاذية شوارد الـ K^+.
نضع هذا السم داخل محور الكالمار ويكون الكمون المفروض نلاحظ النتائج الملاحظة في المنحنى (2) من الوثيقة (4) فقط.

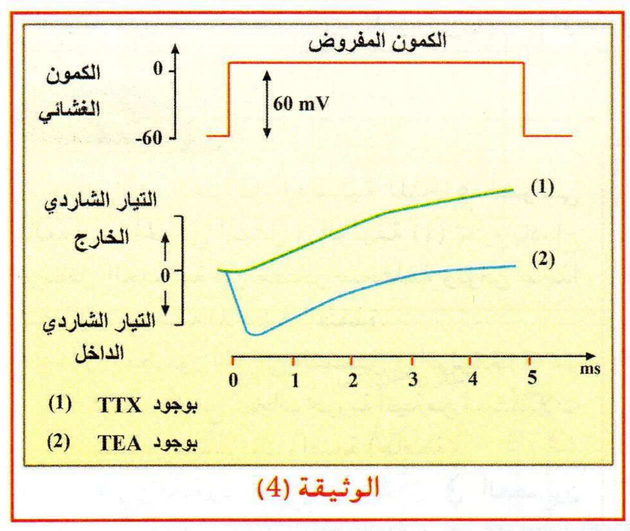
المطلوب: تحليل هذه الوثائق للتوصل إلى مصدر كمون العمل.

تغيرات التيار الأيوني (الشاردي) العابر للغشاء عندما نرفع كمون الراحة من 60- (الكمون المفروض = 0)

تغيرات الكمون الغشائي

الوثيقة (3)



الوثيقة (4)

تمرين 35

لمعرفة خصائص الألياف العصبية التي يتركب منها أحد الأعصاب الجلدية لحيوان ثدي، قمنا بمايلي:

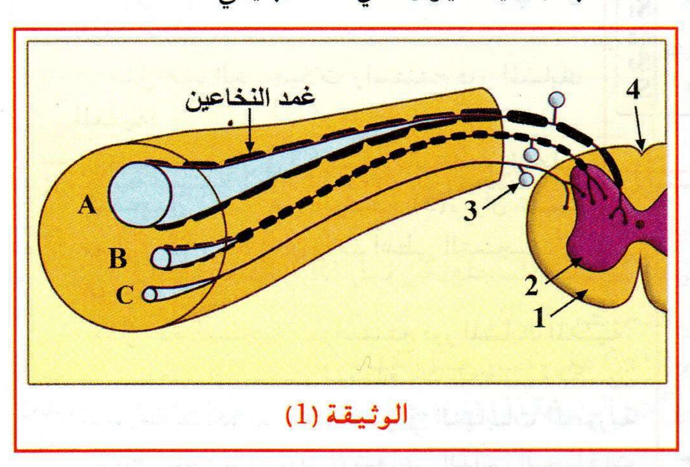
1 — أظهرت الملاحظة المجهرية لهذا العصب الجلدي (الوثيقة 1) أنه يتكون من عدة أنواع من الألياف العصبية، كما يوضح كيفية إرتباط هذه الألياف بالنخاع الشوكي.

أ – ضع بيانات الشكل (1) حسب الترقيم المعطى.

ب – حدد الخصائص البنيوية التي تميز كل نوع من هذه الألياف.

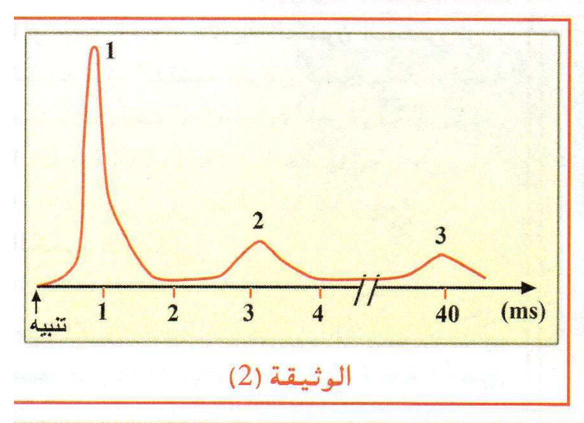
2 — يخضع هذا العصب الجلدي لتنبيه ذو شدة قوية، وتم تسجيل نشاطه الكهربائي على بعد مسافة معينة من نقطة التنبيه بواسطة جهاز الأسيلوسكوب، يمثل الوثيقة (2) التسجيل المحصل عليه.

– فسر النتيجة المحصل عليها.



الوثيقة (1)

3 — لتحديد دور كل نوع من هذه الألياف العصبية، تم إخضاع العصب الجلدي السابق إلى تنبيهات ذات شدة متزايدة وجدول الوثيقة (3) يعطي ظروف ونتائج التجارب.
أ — قارن بين عتبة تنبيه هذه الأنواع من الالياف.
ب — حدد دور كل نوع من هذه الألياف.



الوثيقة (2)

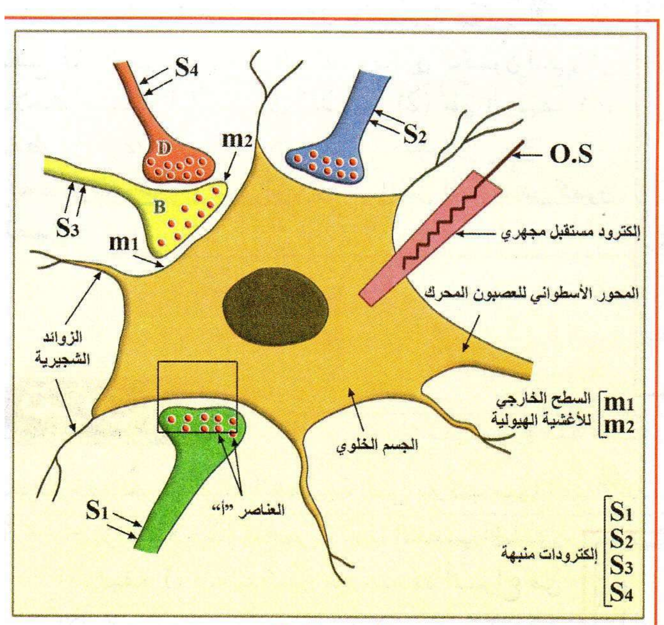
شدة التنبيه	الألياف العصبية المنبهة	الإحساس الملاحظ
تنبيه ذات شدة ضعيفة	A	الإحساس باللمس
تنبيه ذات شدة متوسطة	A و B	الإحساس باللمس و ألم خاطف (مطاق و متموضع)
تنبيه ذات شدة عالية	A و B و C	الإحساس باللمس وألم مطاق متبوع بألم شديد ومنتشر (ألم متأخر)

الوثيقة (3)

تمرين 36

إن عصبونات المراكز العصبية للنخاع الشوكي كالعصبون الحركي الممثل في الوثيقة (1) تقوم بإدماج الرسائل العصبية من مصادر مختلفة وتؤمن هكذا إستجابات منسقة للأعضاء المنفذة.

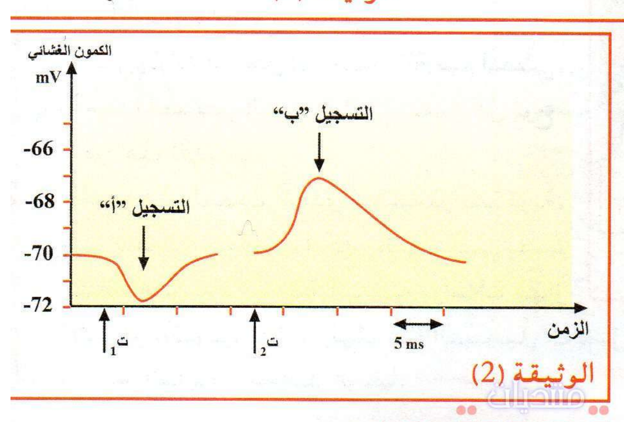
1 — إن العصبون الحركي الممثل في الوثيقة (1) هو على اتصال مع نهايات محورية آتية من مستقبلات حسية أو عصبونات واصلة (جامعة).
ندخل إلكترود مجهري مستقبل في العصبون ونسجل النشاط الكهربائي له إثر تنبيهات فعالة، التنبيهات S1 ، S2 تكون منفصلة فتعطي التسجيلين أ، ب على التوالي من الوثيقة (2).
— حلل هذه التسجيلات واستنتج دور المشابك المعنية؟



الوثيقة (1)

2 — إن تنبيه فعال في S3 يسمح بالحصول على التسجيل "جـ" من الوثيقة (3)، وأن تنبيه فعال في S3 و S4 في آن واحد أعطى التسجيل "د" من الوثيقة (3).
— حلل هذه التسجيلات واستنتج دور المشابك المعنية.

3 — لدينا مواد كمصدر للمبلغات العصبية تكون موسومة بمادة مشعة ونحقن في النهايات المحورية تسمح بتتبع بالتصوير الإشعاعي الذاتي المبلغات العصبية أثناء تنشيط المشابك.

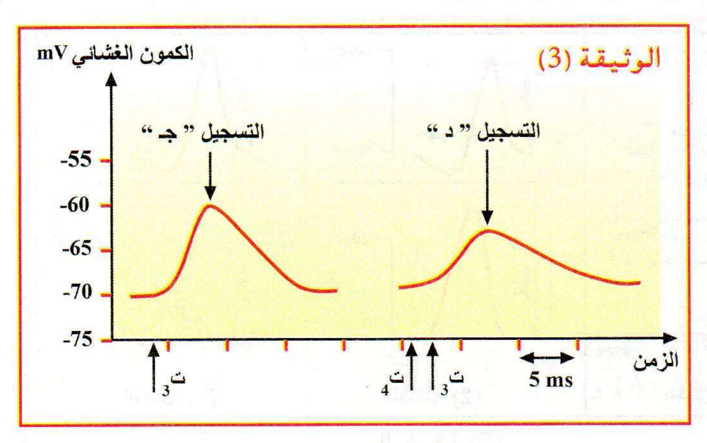


الوثيقة (2)

الوثيقة (4) تقدم النتائج المحصل عليها بعد وسم مبلغين الأستيل كولين (ACH) والغابا (GABA).

أ – استغل هذه النتائج لتحديد المبلغات العصبية في المشابك المعنية في هذا السؤال.

ب – إنطلاقا من نتائج الوثيقة (4)، اشرح آلية عمل المشابك B و D (أنظر الوثيقة 1).



الوثيقة (3)

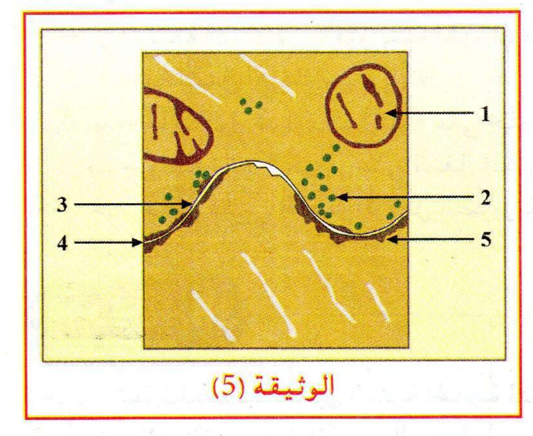
4 – الوثيقة (5) هي رسم تخطيطي لصورة أخذت بالمجهر الإلكتروني لمنطقة مماثلة لتلك المؤطرة للوثيقة (1).

– ضع عنوانا للوثيقة ثم أكتب بياناتها حسب الترقيم المعطى.

التنبيهات المحدثة	الإشعاع في مستوى m_1	الإشعاع في مستوى m_2	
S_3	+ +	–	بعد حقن المادة الأولية للـ AHC موسومة
S_4 ثم S_3	+	–	
S_3	–	–	بعد حقن المادة الأولية للـ GABA موسومة
S_4 ثم S_3	–	+ +	

– غياب الإشعاع + وجود الإشعاع ++ وجود هام للإشعاع

الوثيقة (4)



الوثيقة (5)

تمرين 37

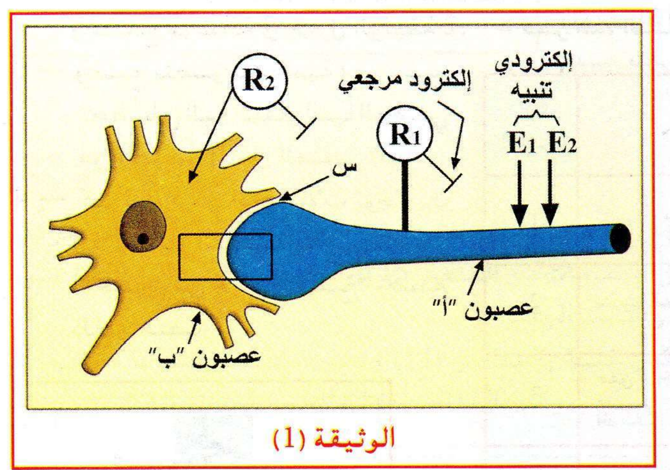
لفهم آلية النقل المشبكي نجري مجموعة من التجارب على التركيب التجريبي الممثل في الوثيقة (1).

1 – التجربة (1): بعد التنبيه بواسطة E_2 E_1 نحصل على التسجيلين أ، ب من الوثيقة (2).

أ – سم التسجيلين أ، ب.

ب – سمي أجزاء التسجيل (أ) حسب الترقيم المعطى.

جـ – قارن بين التسجيلين أ، ب. ماهي الفرضية التي تضعها لتفسير الإختلاف بينهما.



الوثيقة (1)

2 – التجربة (2): نزيد من تركيز شوارد الـ Ca^{++} في الوسط الخارجي خمسة أضعاف ما كانت عليه. ننبه في E_2 E_1 فنحصل على التسجيلين جـ، د (الشكل 2 من الوثيقة 2) مع ملاحظة أنه بعد التنبيه مباشرة يزداد تركيز شوارد الـ Ca^{++} داخل الخلية العصبية أ.

أ – ما هي الملاحظة التي يمكنك قولها فيما يخص التسجيلين المسجلين من قبل R1 في التجربتين 1 و 2.

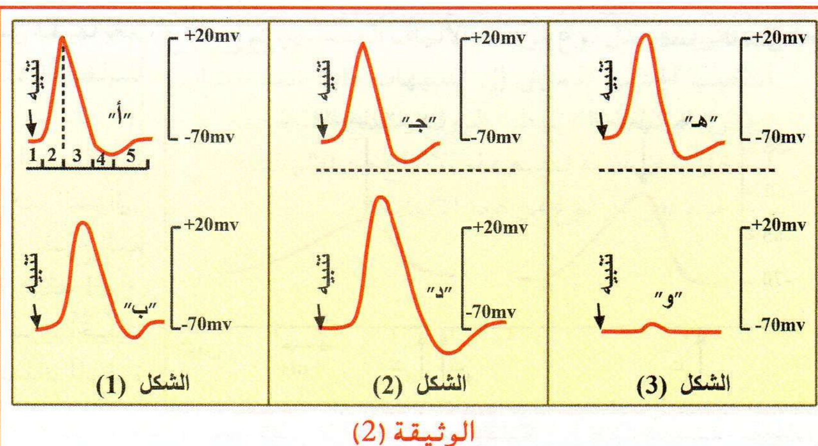
ب – قارن بين التسجيلين المسجلين من قبل R2 في التجربتين 1 و 2.

جـ – من كل ما سبق ماذا تستنتج فيما يخص تأثير Ca^{++} على كمون عمل الخلية العصبية (ب).

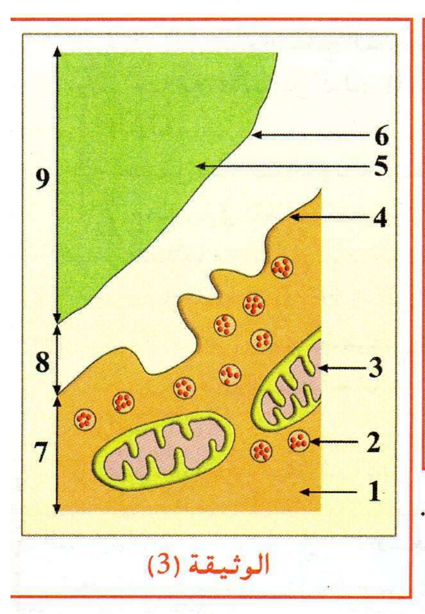
3 – التجربة (3): نضيف مادة الكورار في الحيز "س" من الوثيقة (1) ثم ننبه في E_2 E_1 فحصلنا على التسجيلين هـ، و(الشكل 3 من الوثيقة 2).

– قارن بين التسجيلين أ، هـ وكذلك بين التسجيلين ب، و.





الوثيقة (2)



الوثيقة (3)

4 — إن الوثيقة (3) تظهر ما فوق بنية الجزء المؤطر من الوثيقة (1) قبل التنبيه.
أ — ماذا تمثل الأرقام من 1 إلى 9.
ب — ما مفعول شوارد الـ Ca^{++} على محتوى العنصر 2.
جـ — وضح تأثير الكورار على النقل المشبكي.

5 — لخص بنص علمي مختصر المراحل الضرورية للحصول على التسجيل R2 من الشكل 1 (الوثيقة 2) أي في الظروف العادية.

تمرين 38

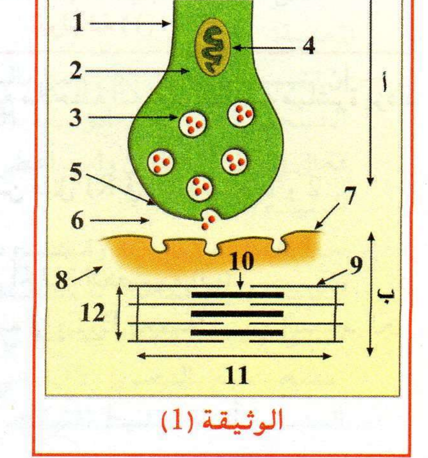
أنجزنا رسما تخطيطيا لما فوق البنية الخلوية لمنطقة الإتصال بين ليف عصبي وليف عضلي (الوثيقة 1).

1 — ضع البيانات حسب الترقيم المعطى. مع وضع عنوان مناسب لهذه الوثيقة.

2 — نقوم بسلسلة من التجارب باستخدام منبه فعال والكترودي الإستقبال لجهاز الأوسيلوسكوب. إن التجارب والنتائج موضحة في جدول الوثيقة 2. — فسر هذه النتائج.

3 — وضح بنصوص علمية مع رسم تخطيطي آلية انتقال النبأ العصبي من العنصر (أ) إلى العنصر (ب).

4 — كم نوع من الإتصالات يوجد بين العناصر العصبية والعناصر الأخرى من حيث التبليغ؟ وضح ذلك باختصار.



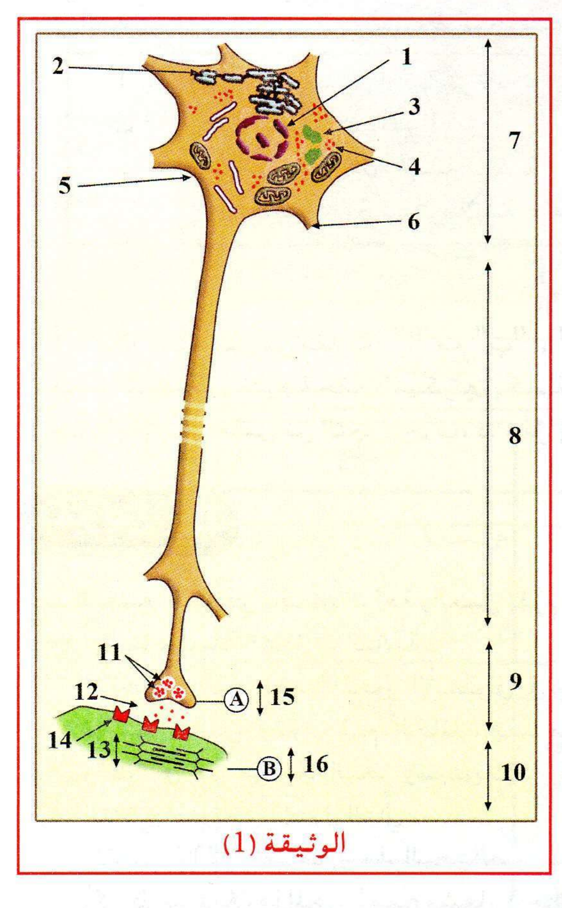
الوثيقة (1)

رقم التجربة	التجربة	النتائج الملاحظة
1	تنبيه العنصر (أ) تنبيها فعالا	كمون عمل في كل من (أ) و(ب) ونقص في عدد العناصر (3) من الوثيقة 1.
2	تنبيه العنصر (ب) تنبيها فعالا	كمون عمل في (ب) فقط مع ثبات في عدد العناصر (3) من الوثيقة 1.
3	حقن محتوى العناصر (3) في مستوى المنطقة (6) من الوثيقة 1 من دون تنبيه	كمون عمل في (ب) فقط مع ثبات في عدد العناصر (3) من الوثيقة 1.
4	حقن الأستيل كولين في مستوى المنطقة (6) من الوثيقة 1 من دون تنبيه.	كمون عمل في (ب) فقط مع ثبات في عدد العناصر (3) من الوثيقة 1.
5	حقن شوارد الكالسيوم في مستوى المنطقة (2) من العنصر (أ).	كمون عمل في (ب) ونقص في عدد العناصر (3) من الوثيقة 1.
6	حقن الكورار في مستوى المنطقة (6) ثم تنبيه العنصر (أ) تنبيها فعالا.	كمون عمل في (أ) ونقص في عدد العناصر (3) من الوثيقة 1.
7	حقن الكورار ثم حقن محتوى العناصر (3) في نفس المنطقة (6) دون تنبيه.	عدم تسجيل كمون عمل وثبات في عدد العناصر (3) من الوثيقة 1.

الوثيقة (2)

تمرين 39

1 – لدراسة آلية إنتقال السيالة العصبية عبر المشابك نقوم بالتجارب التالية:



الوثيقة (1)

التجربة الأولى: نحدث تنبيها فعالا في مستوى العنصر 5 من الوثيقة (1) فيسجل كمون عمل في جهاز الأوسيلوسكوب A و B حيث A يسبق B. مع تناقص في عدد العناصر 11 ثم تتشكل من جديد تدريجيا.

التجربة الثانية: ننبه على مستوى الغشاء الهيولي للعنصر 16، فيسجل كمون عمل في (B) دون (A) ولا تتأثر العناصر 11 حيث يبقى عددها ثابتا.

التجربة الثالثة: نحقن محتوى العناصر 11 في المنطقة 12 بدون تنبيه يسجل كمون عمل في (B) دون (A) مع ثبات عدد العناصر (11).

التجربة الرابعة: حقن شوارد الـ Ca^{++} داخل العنصر 15 يؤدي إلى تسجيل كمون عمل في (B) دون (A) مع تناقص في عدد العناصر 11 ثم تشكلها تدريجيا.

التجربة الخامسة: نحقن في المنطقة 12 انزيم الأستيل كولين استيريز ثم نقوم بالتجربة الثالثة فلا يسجل أي كمون عمل لا في A ولا في B مع ثبات عدد العناصر 11.

التجربة السادسة: نحقن مادة الكورار الذي يشبه في بنيته محتوى العناصر 11 ثم نقوم بالتجربة الثالثة. فلا نسجل أي كمون عمل مع ثبات عدد العناصر 11.

التجربة السابعة: نحقن محتوى العناصر 11 داخل هيولي العنصر 16 فلا نسجل أي كمون عمل مع ثبات عدد العناصر 11.

أ – أكتب بيانات الوثيقة (1).

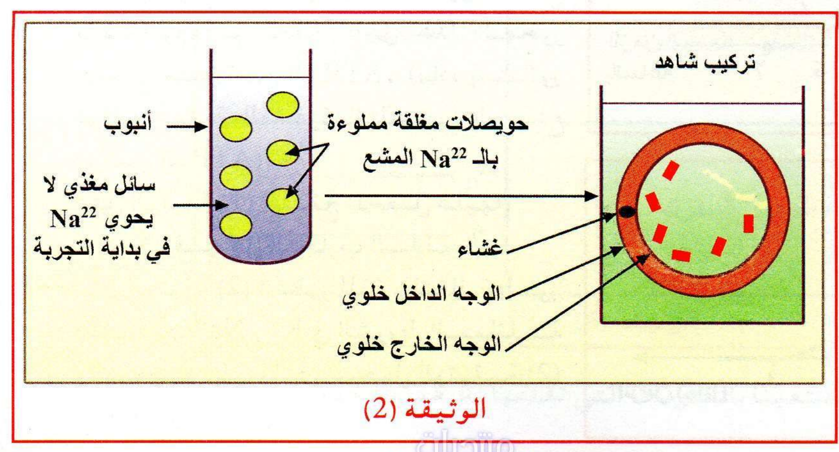
ب – فسر نتائج التجارب السابقة.

2 – إن جميع الأعضاء الكهربائية لسمك الرعاد Torpille كمجوعة لها نفس الدور الذي تلعبها اللوحة المحركة للعضلات الهيكلية لدى الفقريات وأن آليات نقل المعلومات من العنصر 15 إلى العنصر 16 من الوثيقة 1 تشبه نقل المعلومات من العنصر 15 إلى عضو كهربائي في سمك الرعاد.

نستخلص قطع من غشاء العنصر 16 والتي تكون غنية بالعناصر (14) ونكون منها حويصلات مغلقة. ثم توضع هذه الحويصلات في أوساط مغذية مناسبة تسمح بدراسة العناصر (14) المحمولة على الغشاء والخاصة بجزيئات محتوى العناصر (11).

نستعمل لهذا الغرض الـ Na^{22} المشع الذي نحبسه داخل هذه الحويصلات والتي لا يمكن خروجها إلا عن طريق قنوات مراقبة من طرف العناصر (14) من الوثيقة (2).

قياس الإشعاع في الوسط الذي يحوي الحويصلات يسمح بدراسة دور العناصر (14) في فتح قنوات الـ Na^+



الوثيقة (2)

التجربة: نضيف للأنبوب الذي يحوي الحويصلات المملوءة بالـ ^{22}Na مواد مختلفة ونقيس الإشعاع في الوسط الخارجي (السائل المغذي) في الأنبوب فحصلنا على النتائج التالية (الوثيقة 3):

التجربة	الشروط التجريبية	النتيجة
أ	عدم وجود محتوى العناصر 11	عدم ظهور الإشعاع في الوسط الخارجي
ب	وجود محتوى العناصر 11	ظهور الإشعاع في الوسط الخارجي
جـ	إضافة النيكوتين بكمية ملائمة	ظهور الإشعاع في الوسط الخارجي
د	وجود الكورار بكميات ملائمة + محتوى العناصر 11	عدم ظهور الإشعاع في الوسط الخارجي

الوثيقة (3)

أ – ماذا تستخلص من مقارنة: "أ" مع "ب" ، "أ" مع "جـ" وما هو تعليلك لذلك؟
ب – كيف تكون نتيجة حقن النيكوتين بكمية ملائمة في المستوى 12 من الوثيقة 1؟
جـ – ماذا تستخلص من التجربتين ب، د؟ علل إجابتك.

تمرين 40

قصد التفسير الشاردي لكمون الراحة والعمل نقوم بمايلي :

1 – أجرينا سلسلة التجارب التالية :

التجربة (1): نغمر المحور الأسطواني في ماء البحر الذي له تركيب شاردي مقارب لدم الكالمار، بعد معايرة شاردتي K^+ وNa^+ في كل من ماء البحر وسيتوبلازما المحور تحصلنا على النتائج المدونة في الجدول التالي:

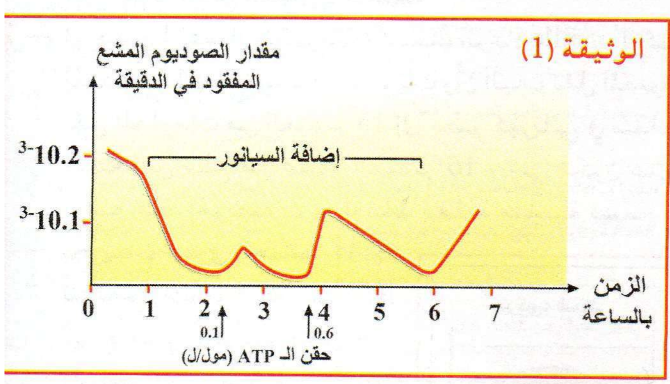
الشوارد	التراكيز بـ : 10^{-3} مول/ لتر	
	سيتوبلاسما المحور	ماء البحر
K^+	400	10
Na^+	50	460

التجربة (2): نضيف إلى ماء البحر الصوديوم المشع، فسرعانما نلاحظ سيتوبلازما المحور أصبح مشعا، في حين لا نسجل أي تغيير في التراكيز الشاردية لكل من المحور والوسط المحيط (يبقى ثابتا كما في الجدول السابق).

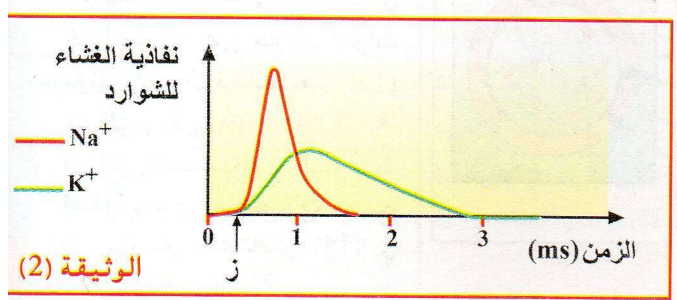
التجربة (3): نغمر محورا ثانيا ومشعا في وسط له نفس تركيب ماء البحر ولكن مجردا من البوتاسيوم فنلاحظ أن تركيز الصوديوم المشع داخل المحور يبقى ثابتا.
يعود هذا التركيز إلى قيمته الأصلية عند غمر هذا المحور مرة ثانية في وسطه الطبيعي.

التجربة (4): نضيف مادة السيانور إلى ماء البحر الذي غمر فيه المحور المشع بالصوديوم، ثم نحقن داخل هذا المحور كميات متغيرة من الـ ATP. (مادة السيانور توقف عملية الفسفرة التأكسدية اي تمنع تركيب الـ ATP).

تمثل الوثيقة (1) النتائج المحصل عليها.
– حلل وفسر كل التجارب السابقة.



2 – تبين الوثيقة (2) التطور المقارن لنفاذية المحور للشاردتين Na^+ وK^+ في الشروط المماثلة والمحصل عليها لدى تسجيل الوثيقة (2) في الزمن ز.



بالإستعانة بهذه الوثيقة ومعلوماتك فسر حركة شاردتي Na^+ وK^+ التي تسمح بفهم كمون العمل.

3 - أجريت دراسة على الليف العضلي المعزول والمتصل بليفه العصبي.
تبين الوثيقة (3) الرسم التخطيطي المبسط للتركيب التجريبي المستعمل.
تلخص الوثيقة (4) التجارب والنتائج المحصل عليها.

الوثيقة (3)

سائل الوسط	التجربة	النتائج
ماء البحر	(1) تنبيه المحور المحرك	م1: 0 / 80 ميلي فولط ؛ م2: 0 / 80 ميلي فولط
ماء البحر	(2) وضع قطرة (ق1) من الأستيل كولين على غشاء الليف العضلي في - أ - ثم قطرة ثانية (ق2) أكبر من الأولى	ق1 ، ق2 ؛ م1 ؛ م2
ماء البحر	(3) وضع قطرة (ق2) من الأستيل كولين على غشاء الليف العضلي المعالج بـ: ESERINE (مادة تمنع تفكك الأستيل كولين).	ق2 ؛ م1 ؛ م2
ماء البحر	(4) نحقن داخل الليف العضلي في - أ - قطرة (ق2) من الأستيل كولين	ق2 ؛ م1 ؛ م2
ماء البحر المجرد من Ca^{++}	(5) تنبيه المحور المحرك	م1 ؛ م2
ماء البحر+ مادة سامة تغلق قنوات Na^+ و K^+	(6) تنبيه المحور المحرك	م1 ؛ م2

الوثيقة (4)

علق على كل التجارب السابقة، مستعينا بالمعلومات التي تقدمها لك هذه التجارب.

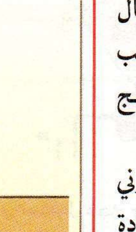
تمرين 41

نجري سلسلة من التجارب على مستوى إتصال عصبي عضلي، ويستعمل لهذا الغرض التركيب التجريبي الممثل في الوثيقة (1) التجارب والنتائج المحصل عليها مدونة في جدول الوثيقة (2).

– من جهة أخرى تظهر الملاحظة بالمجهر الإلكتروني لمنطقة الإتصال العصبي العضلي المعالجة بمادة α –Bungarotoxine تمركز هذه المادة كما هو مبين في الوثيقة (3) (النقاط الداكنة تمثل جزيئات مادة α –Bungarotoxine).

1 — ما هي المعلومات التي تقدمها كل تجربة من التجارب (من 1 إلى 5) حول عمل الإتصال العصبي العضلي؟

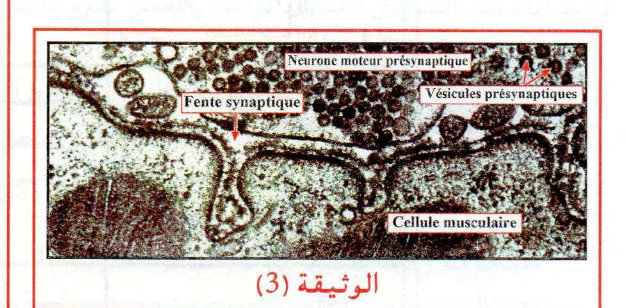
2 — ما هي المعلومة المكملة التي تقدمها التجربة 6 من الوثيقة 2؟



الوثيقة (1)

رقم التجربة	التجارب	النتائج : الكمون المسجل في ق1	في ق2
1	ننبه المنطقة - أ - تنبيها فعالا	0	0 / -70
2	نضع قطرة من الأستيل كولين على مستوى الإتصال العصبي العضلي	0	0
3	ننزع Ca^{+2} من منطقة الإتصال العصبي العضلي ثم نعيد التجربة (1)	0 / -70	0
4	نحقن Ca^{+2} داخل النهاية العصبية	0	0
5	نعالج غشاء الليف العضلي بالإيزيرين (مادة مثبتة لإماهة الأستيل كولين) ثم نعيد التجربة (2)	0	0
6	نحقن على مستوى الإتصال العصبي العضلي مادة α-Bungarotoxine (مادة سامة لها البنية الفراغية للأستيل كولين) ثم نعيد التجربة (1)	0	0

الوثيقة (2)



الوثيقة (3)

تمرين 42

I — تسمح الوثيقة (1) بالتعرف على إتجاه إنتقال السيالة العصبية عبر سلسلة عصبونية.

1 – يؤدي التنبيه الفعال في (أ) إلى إستجابة تلاحظ في كل من المقياس الغلفاني (غ1)، (غ2) ولا تلاحظ في (غ3).

– ماذا تستنتج من ذلك؟

2 – يؤدي التنبيه الفعال في (ب) إلى إستجابة تلاحظ في المقياس الغلفاني (غ1)،(غ2) و(غ3). ماذا تستخلص من ذلك؟

ب، أ، غ1، غ2، غ3

الوثيقة (1)

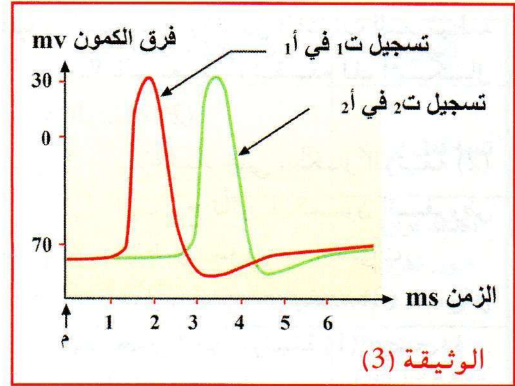
II — للتعرف على آلية إنتقال السيالة العصبية في مستوى المشبك، أنجز التركيب التجريبي الممثل في الوثيقة (2).

سمح التنبيه الفعال في (م) من الحصول على التسجيلات (ت1)، (ت2) الممثلين في الوثيقة (3).

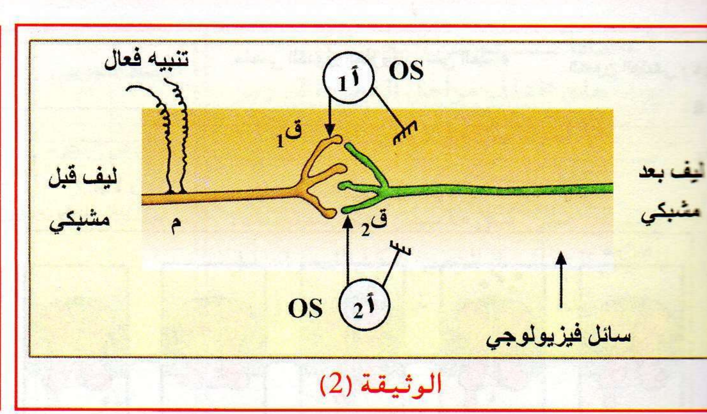
1 – ماذا تستخلص من هذا التسجيل علما بأن المسافة م ق1 = م ق2 وأن الألياف العصبية من نفس النمط؟

2 – ماذا تستخلص من كل ما سبق فيما يخص خواص المشابك الكيميائية؟





الوثيقة (3)



الوثيقة (2)

تمرين 43

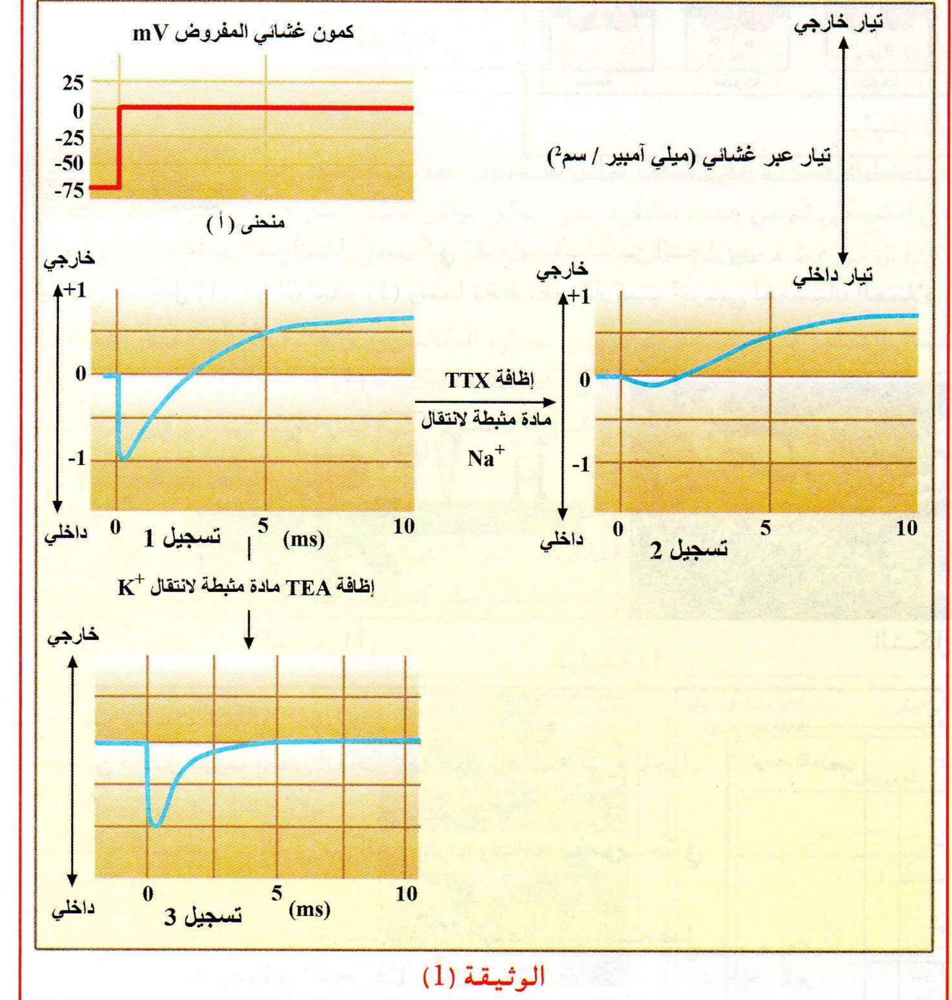
لمعرفة مصدر كمون العمل في الغشاء قبل المشبكي نقوم بما يلي:

أ – نعزل جزء من غشاء العصبون قبل المشبكي الذي يحتوي على نوعين من القنوات بطريقة Patch Clamp ونخضعه لكمون إصطناعي مفروض يحول الكمون الغشائي إلى صفر مليفولط مثل ما هو مبين في المنحنى (أ) من الوثيقة (1)، ثم نسجل التيارات التي تعبر الغشاء ضمن ظروف معينة النتائج ممثلة في تسجيلات الوثيقة (1):

– التسجيل (1) حالة عادية، أثناء تطبيق الكمون المفروض.

– التسجيل (2) عند إضافة مادة مثبطة لإنتقال Na^+.

– التسجيل (3) عند إضافة مادة مثبطة لإنتقال K^+.

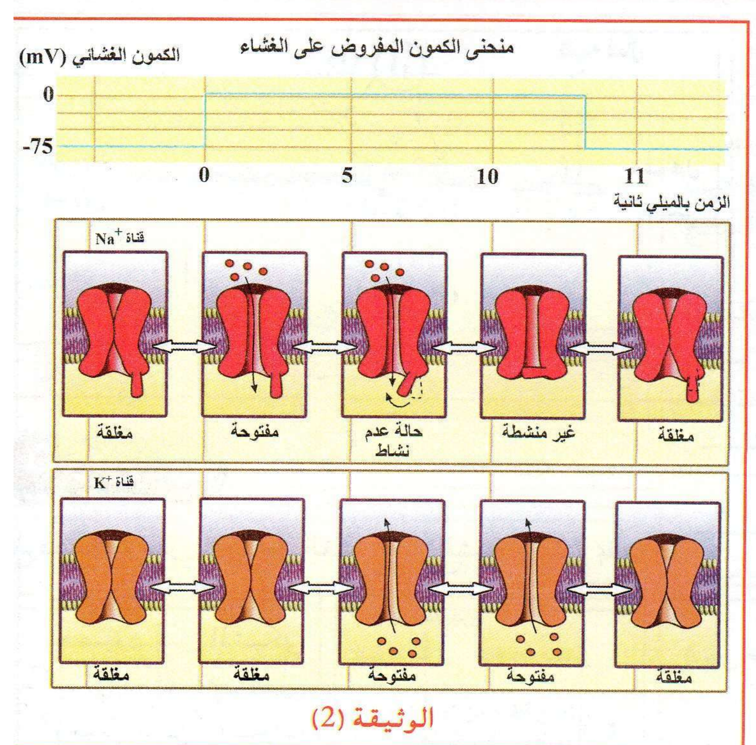


الوثيقة (1)

1 – حلل نتائج التسجيل 1.

2 – ما هي المعلومات المستخرجة بمقارنة التسجيلين 2 و 3 مع 1؟

3 – إذا علمت أن التيارات المسجلة تتم عبر قنوات فولطية، علل تسمية هذه القنوات إعتمادا على نتائج التسجيل 1 والمنحنى (أ)، ثم حدد أنواعها.



الوثيقة (2)

ب – لمعرفة آلية عمل القنوات المرتبطة بالفولطية، نقدم لك أشكال الوثيقة (2).

1 – بالإعتماد على أشكال الوثيقة (2) إشرح تأثير الكمون المفروض (المطبق) على هذه القنوات.

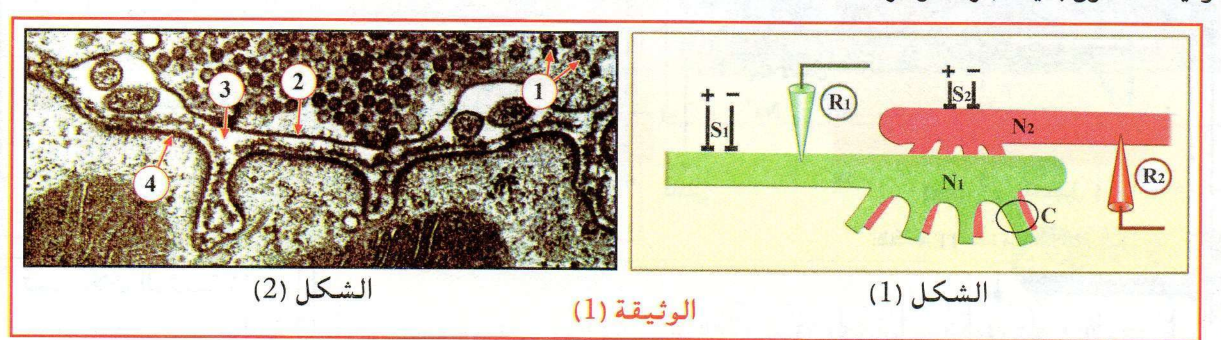
2 – هل نتائج الوثيقة (2) تعلل التسجيل 1 من الوثيقة (1)؟ وضح.

جـ – إنطلاقا من دراستك السابقة إستخرج إذن مصدر كمون العمل.

تمرين 44

لدراسة بعض مظاهر آلية النقل المشبكي نقوم بسلسلة من التجارب.

• يوضح الشكل (1) من الوثيقة (1) رسما تخطيطيا لتركيب تجريبي للمشبك العملاق للكالمار والشكل (2) من نفس الوثيقة ما فوق بنية الجزء المؤطر C.



الشكل (2) الشكل (1)
الوثيقة (1)

1 – سم بيانات الشكل (2).

2 – من اجل فهم بعض آليات عمل هذه البنية نقوم بإجراء مجموعتين من التجارب:

α – المجموعة الأولى من التجارب ونتائجها موضحة في الجدول المجاور.

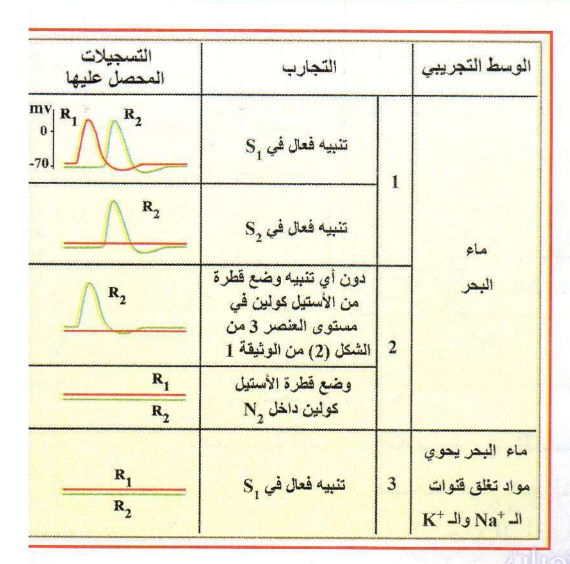
أ – ماذا يمثل كل تسجيل من التسجيلين المحصل عليهما في التجربة 1.

ب – فسر نتائج التجربة 1.

جـ – ماذا تستنتج من التجربة 2؟ علل إجابتك.

د – إعتمادا على معطيات الجدول ومعارفك فسر بإختصار نتائج التجربة 3.

β – المجموعة الثانية من التجارب ونتائجها موضحة في الجدول الموجود في الصفحة الموالية :

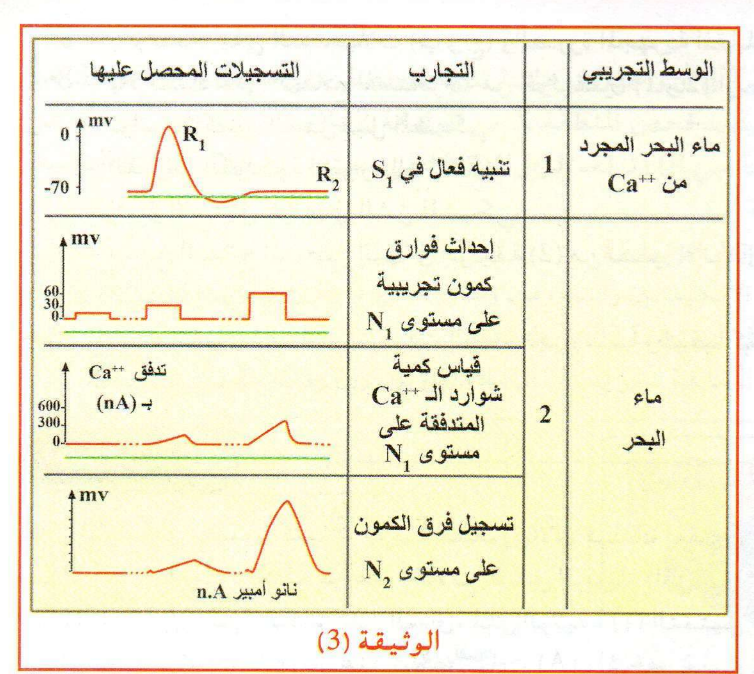


الوسط التجريبي		التجارب	التسجيلات المحصل عليها
ماء البحر	1	تنبيه فعال في S_1	mv 0 -70 R_1 R_2
		تنبيه فعال في S_2	R_2
	2	دون أي تنبيه وضع قطرة من الأستيل كولين في مستوى العنصر 3 من الشكل (2) من الوثيقة 1	R_2
		وضع قطرة الأستيل كولين داخل N_2	R_1 R_2
ماء البحر يحوي مواد تغلق قنوات الـ Na^+ والـ K^+	3	تنبيه فعال في S_1	R_1 R_2

أ – ماذا تستنتج من التجربة 1.

ب – حلل مختلف مراحل التجربة 2، ومن خلالها فسر دور شوارد الـ Ca^{++} في النقل المشبكي.

3 – إعتمادا على كل ما سبق ومكتسباتك، لخص التسلسل الزمني لكل المراحل المتدخلة إنطلاقا من لحظة التنبيه في S1 إلى التسجيل في R2.



الوسط التجريبي		التجارب	التسجيلات المحصل عليها
ماء البحر المجرد من Ca^{++}	1	تنبيه فعال في S_1	mv؛ 0؛ -70؛ R_1؛ R_2
ماء البحر	2	إحداث فوارق كمون تجريبية على مستوى N_1	mv؛ 60؛ 30؛ 0
		قياس كمية شوارد الـ Ca^{++} المتدفقة على مستوى N_1	تدفق Ca^{++} بـ (nA)؛ 600؛ 300؛ 0
		تسجيل فرق الكمون على مستوى N_2	mv؛ نانو أمبير n.A

الوثيقة (3)

تمرين 45

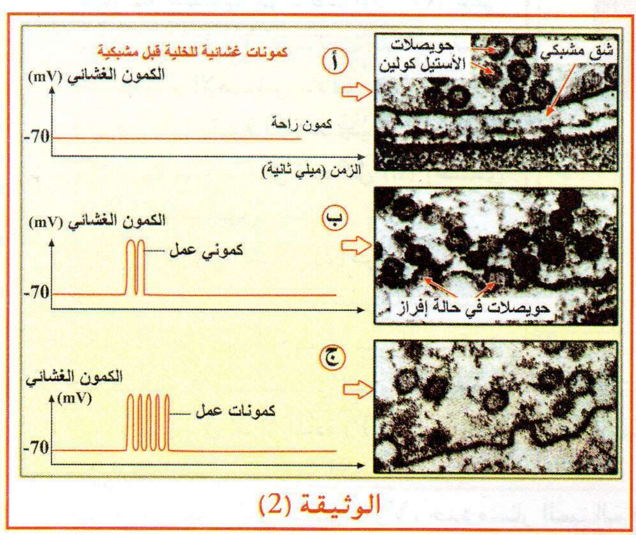
إن الرسالة العصبية في مستوى المشابك مشفرة على شكل تواترات كمون عمل في الغشاء القبل مشبكي وعلى شكل تراكيز للمبلغ العصبي في الشق المشبكي ثم من جديد مشفرة على شكل تواتر كمون عمل في العنصر البعد مشبكي، من أجل التوصل إلى كيفية الإنتقال من نمط معين من الشفرات إلى نمط آخر في مستوى الشق المشبكي نقوم بالدراسة التالية:

أ – تسمح تقنية خاصة بإستعمال التفلور بدراسة تغيرات تركيز شوارد الكالسيوم في هيولي النهاية قبل المشبكي بدلالة توترات كمون العمل قبل المشبكي النتائج موضحة في منحنيات الوثيقة (1).

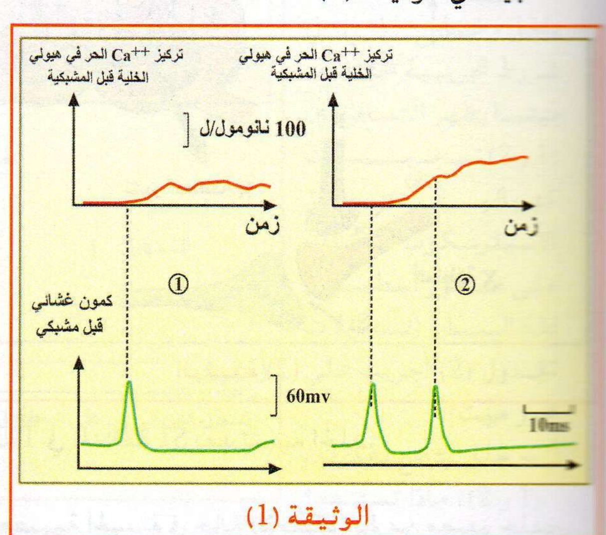
1 – باستغلال نتائج منحنيات الوثيقة (1) أوجد علاقة بين كمونات عمل الخلية قبل المشبكية وتركيز الكالسيوم في هيولتها.

2 – يحتوي الغشاء قبل المشبكي على بروتينات تدعى بقنوات الـ Ca^{++} الفولطية، بإستعمال هذه المعلومة والكمونات الغشائية المبينة في الوثيقة (1)، فسر إختلاف تراكيز Ca^{++} في الخلية قبل المشبكية.

ب – سمحت ملاحظات المجهر الإلكتروني لمقاطع في مستوى المشابك إثناء كمونات قبل مشبكية بتوضيح النتائج المبينة في الوثيقة (2).



الوثيقة (2)



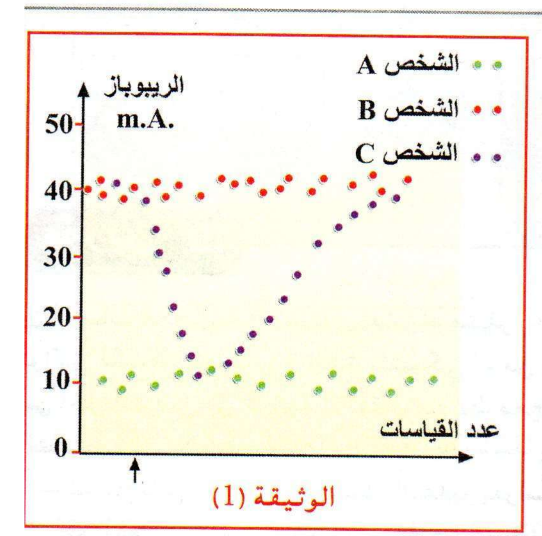
الوثيقة (1)

1 – ما هي العلاقة بين التسجيل المحصل عليه في (أ) والصورة المقابلة له؟

2 – بالإعتماد على التسجيلات (ب و ج) والصورة المجهرية المقابلة لهما، ما هي العلاقة بينهما.
3 – بالإعتماد على النتائج المستخرجة من الوثيقتين (1 و 2) أربط بين ما يلي:
– تواترات كمون العمل قبل المشبكي.
– القنوات الفولطية لشوارد الـ Ca^{++}.
– إفراز الأستيل كولين في الشق المشبكي.
4 – تسمح النتائج المتوصل إليها في الوثيقة (2) من تفسير الإنتقال من نمط معين من الشفرات إلى نمط آخر في مستوى المشابك إشرح ذلك؟

جـ – بالإستعانة بالمعارف التي توصلت إليها، أنجز رسما وظيفيا كاملا لآلية النقل العصبي على مستوى المشابك الكيميائية ودور البروتينات في ذلك.

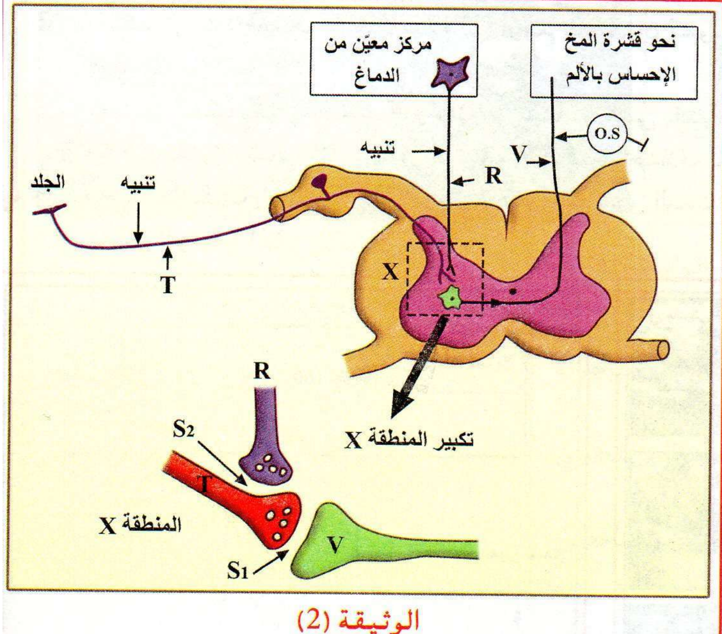
تمرين 46



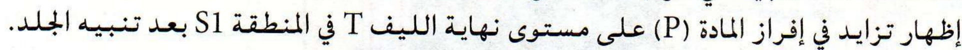
الوثيقة (1)

بعض الأشخاص يفقدون كليا أو جزئيا الشعور بالألم، فبذلك يفقدون وسيلة إنذار هامة، ويكشف عن هذه الحالات بقياس الريوباز (أقل شدة فعالة) للحصول على إنعكاس ثني الساق، تمثل الوثيقة (1) التمثيل البياني لعدة قياسات للريوباز عند شخص عادي (A) و شخص قليل الإحساس بالألم (B)، والشخص (B) بعد حقنه بمادة النالوكسون التي تؤثر على التواصل العصبي (C).


1 – أ – حدد قيمة الريوباز عند A و B.
ب – ماذا تستنتج فيما يخص قابلية تنبيه الشخصين A و B.
2 – حدد مفعول النالوكسون على قابلية تنبيه الشخص B.
3 – تبين الوثيقة (2) رسما تخطيطيا مبسطا للعناصر المتدخلة في حالة الإحساس بالألم.
– تعرف على الخلية R.



الوثيقة (2)

4 – لفهم الأليات المتدخلة في نقل السيالة العصبية الحسية في حالة الشعور بالألم، نقترح المعطيات التجريبية التالية :
التجربة (1): إن التنبيه الفعال لليف T يؤدي إلى الإحساس بالألم، وتسجيل سيالة عصبية بواسطة (O. S) على مستوى الليف V المرتبط بقشرة المخ (حيث يتم الإحساس بالألم)، يمثل الشكل (1) من الوثيقة 3 التسجيل المحصل عليه بينما يمثل الشكل (2) إحدى عناصر التسجيل.
– حلل منحنى الشكل (2) من الوثيقة (1) كهربائيا بعد أن تضع له عنوانا مناسبا.
5 – مكن التحليل الكيميائي الدقيق للمنطقة X المبينة في الوثيقة (2) من

إظهار تزايد في إفراز المادة (P) على مستوى نهاية الليف T في المنطقة S1 بعد تنبيه الجلد.
أ – ماذا تمثل المنطقة S1؟
ب – بتوظيف العنصرين T و V، حدد مسار السيالة العصبية الحسية في حالة الإحساس بألم من مصدر جلدي.
جـ – ماذا تمثل المادة P؟ وما هي آلية تدخلها في النقل العصبي؟

التجربة (2):

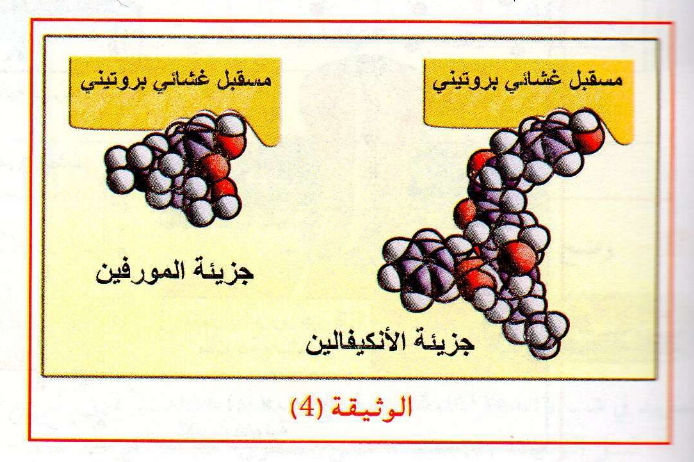
6 – تنبـه الليف T كمرحلة أولى والليفين R و T في آن واحد كمرحلـة ثانية فنحصل على تسجيل الشكل (3) من الوثيقة 3 ويلاحظ إنعدام الإحساس بالألم وعند فحص المنطقة X من الوثيقة 2 يلاحظ تزايد إفراز مادة تدعى الإنكيفالين في المنطقة S2 (نهاية الليف العصبي R) وتوقف إفراز المادة P على مستوى S1 خلال المرحلة الثانية.

أ – ما هو تأثير الإنكيفالين على إفراز المادة P ؟

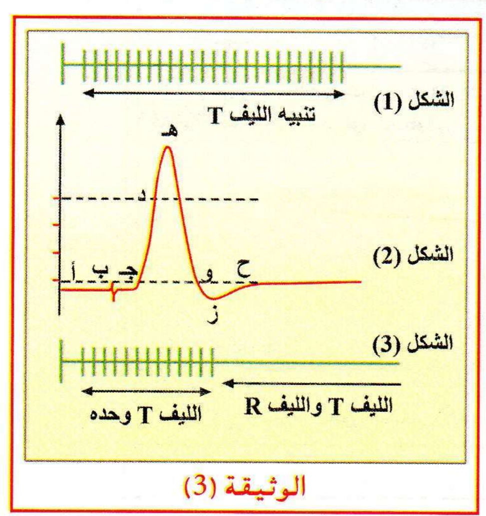
ب – إقترح تفسيرا لحالة الشخص B المذكورة في الوثيقة 1.

7 – إن أشكال الوثيقـة 4 تمثل تثبيت جزيئتي الإنكيفالين والـمورفين (مـادة مخدرة لا يفرزهـا الجسم) على مستقبل غشائي بعد مشبكي من النوع المـتواجد في الـمنطقة S2 من الوثيقة 3.

– باستخدام معطيات الوثيقة 4 وإجابتك السابقة فسر إستعمال مادة المورفين في الميدان الطبي.



الوثيقة (4)



الوثيقة (3)

تمرين 47

لمعرفة مصدر الكمون الغشائي (كمون الراحة) نقترح مايلي:

نقوم بالتجربة التالية على مراحل:

I – أ – **المرحلة 1:**

يظهر الـجدولين (1 و 2) من الوثيقـة (1)، نتائج قياس تركيز Na^+ و K^+ داخل وخـارج خلوي، في شروط تجريبية مختلفة، بينـمـا يظهر التسجيلين (1 و 2) تسجيـلات كهربائيـة بـجـهـاز الأسيلوسكوب أنجزت على مـحور أسطـواني للكالـمار (تسجيلات الجدول (2) أجريت على محور ميت).

الشوارد \ الوسط	التركيز ميلي مول /ل وسط داخلي	وسط خارجي
K^+	400	20
Na^+	50	440

جدول (1)

الشوارد \ الوسط	التركيز ميلي مول /ل وسط داخلي	وسط خارجي
K^+	210	210
Na^+	245	245

جدول (2)

كمون غشائي mv

التسجيل 1

0

-70

زمن ms

تسجيل كهربائي $ق_1$ على السطح و $ق_2$ داخل الليف

كمون غشائي mv

التسجيل 2

0

زمن ms

تسجيل كهربائي $ق_1$ على السطح و $ق_2$ داخل الليف

الوثيقة (1)

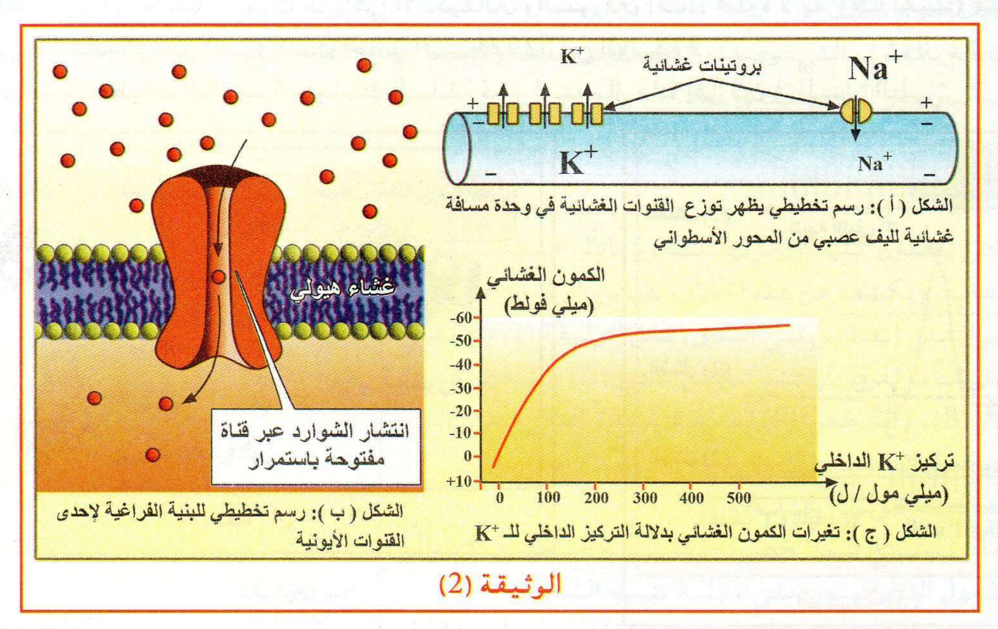
1 – حلل نتائج الجدولين (1 و 2)، ماذا تستنتج؟

2 – علل التسجيلين (1 و 2) بالإعتماد على نتائج الجدولين؟

3 – ماذا تستنتج فيما يخص مصدر الكمون الغشائي في الخلايا الحية؟

ب – **المرحلة 2:**

سمحت نتائج تجريبية من إنجاز رسومات تخطيطية تبين العلاقة بين البروتينات الغشائية و شوارد Na^+ و K^+ [الشكلين (أ ، ب) من الوثيقة 2]. أما الشكل (ج) من الوثيقة (2) فيبين نتائج تجريبية توصل إليها العلماء (Hodgkin–Baker–Stark) بعد تفريغ المحتوى الهيولي لمحور أسطواني وتعويضه بمحلول متساوي التوتر، يحقن بعد ذلك المحور بشوارد K^+ بتراكيز متزايدة مع المحافظة على تركيز ثابت لشوارد K^+ خارج المحور.



الشكل (ب): رسم تخطيطي للبنية الفراغية لإحدى القنوات الأيونية

الشكل (ج): تغيرات الكمون الغشائي بدلالة التركيز الداخلي للـ K^+

الوثيقة (2)

1 – قارن بين توزيع القنوات الغشائية لـ Na^+ وK^+ في وحدة المساحة، ماذا تستنتج؟

2 – هل تسمح لك النتيجة المحصل عليها والمستخرجة من الشكل (أ) في الوثيقة (2) من تأكيد أن ناقلية شوارد K^+ أكبر من ناقلية شوارد Na^+، علل؟

3 – بالإعتماد على الشكل (ب) من الوثيقة (2)، بماذا تمتاز هذه القنوات مقارنة بالأنواع الأخرى من القنوات؟

4 – حلل منحنى الشكل (ج) من الوثيقة (2)، ثم استنتج المعلومة الإضافية التي يقدمها لك فيما يخص منشأ كمون الراحة؟

II – لتفسير النتائج التجريبية السابقة والملاحظة في الجدول (1) من الوثيقة (1) فيما يخص توزيع الشوارد على جانبي الغشاء الهيولي للألياف العصبية الحية وكمون الراحة نحقق التجارب التالية:

التجربة 1: يوضع ليف عصبي للكالمار في وسط فيزيولوجي به Na^+ مشع وتركيزه مماثل للوسط الخارجي من الجدول (1) من الوثيقة (1). وبعد مدة ينقل إلى وسط ذو Na^+ غير مشع (مراحل التجربة ونتائجها ممثلة في الشكل (1) من الوثيقة (3)).

التجربة 2: نحقن ليف عصبي للكالمار بكمية قليلة من Na^+ المشع (حتى لا يؤثر على التراكيز الطبيعية) ثم نضعه في وسط فيزيولوجي ذو Na^+ غير مشع، ونعاير سرعة تدفق الـ Na^+ المشع إلى الوسط الخارجي (الشروط التجريبية ونتائجها ممثلة في منحنيات الشكل (2) من الوثيقة (3)) في الصفحة الموالية.

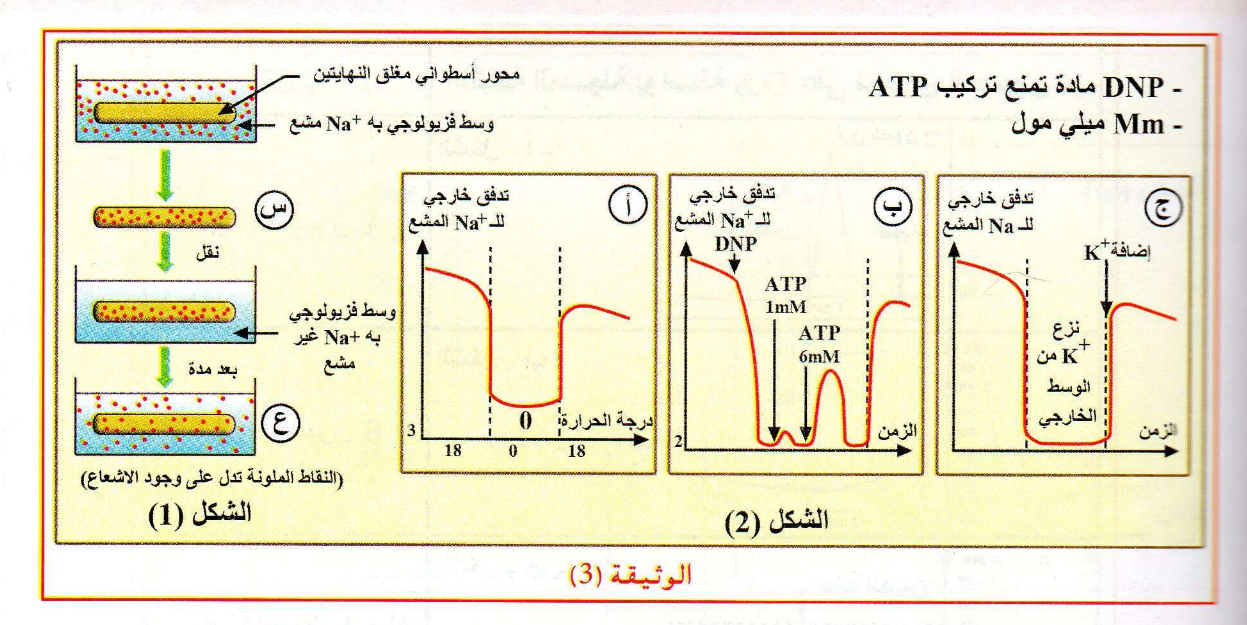
1 – يبقى تركيز Na^+ داخل الليف العصبي ثابتا رغم النتائج الملاحظة في (س) من الشكل (1) كيف تفسر ذلك؟

2 – هل النتائج الملاحظة في (ع) من الشكل (1) من الوثيقة (3) تؤكد ما توصلت إليه عند إجابتك على السؤال 1. وضح؟

3 – باستغلال نتائج المنحنى (أ) حدد الطبيعة الكيميائية للعناصر المسؤولة على ظهور النتيجة المتوصل إليها (ع) من الشكل (1)، علل إجابتك.

4 – ما هي المعلومات الإضافية التي تقدمها نتائج المنحنيين (ب و ج) من الشكل (2) من الوثيقة (3) فيما يخص شروط عمل هذه العناصر؟ علل.





الوثيقة (3)

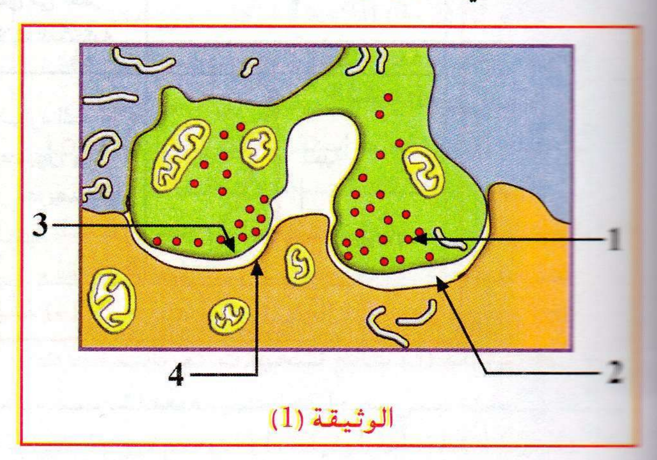
III – وضح برسم تخطيطي وظيفي عمل مختلف البروتينات الغشائية أثناء كمون الراحة و كيفية المحافظة عليها.

تمرين 48

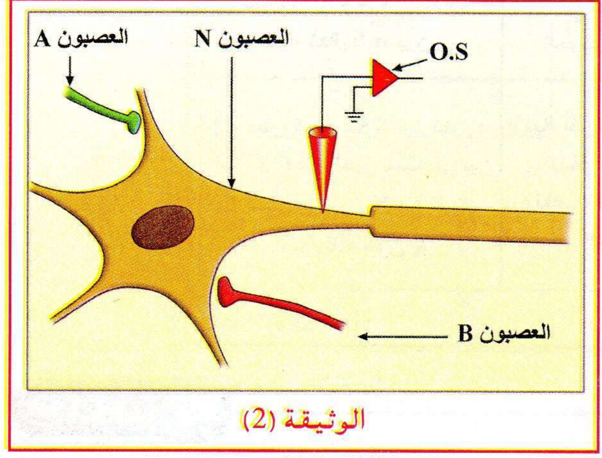
نريد في هذه الدراسة التوصل إلى بعض مظاهر فيزيولوجية المشبك.

1 – تمثل الوثيقة (1) مشبك على مستوى أحد المراكز العصبية.
– ضع البيانات حسب الترقيم.

2 – لدينا التركيب التجريبي (الوثيقة 2) نجري التجربتين التاليتين حيث شدة التنبيه أكثر من العتبة وهي متماثلة في التجربتين.



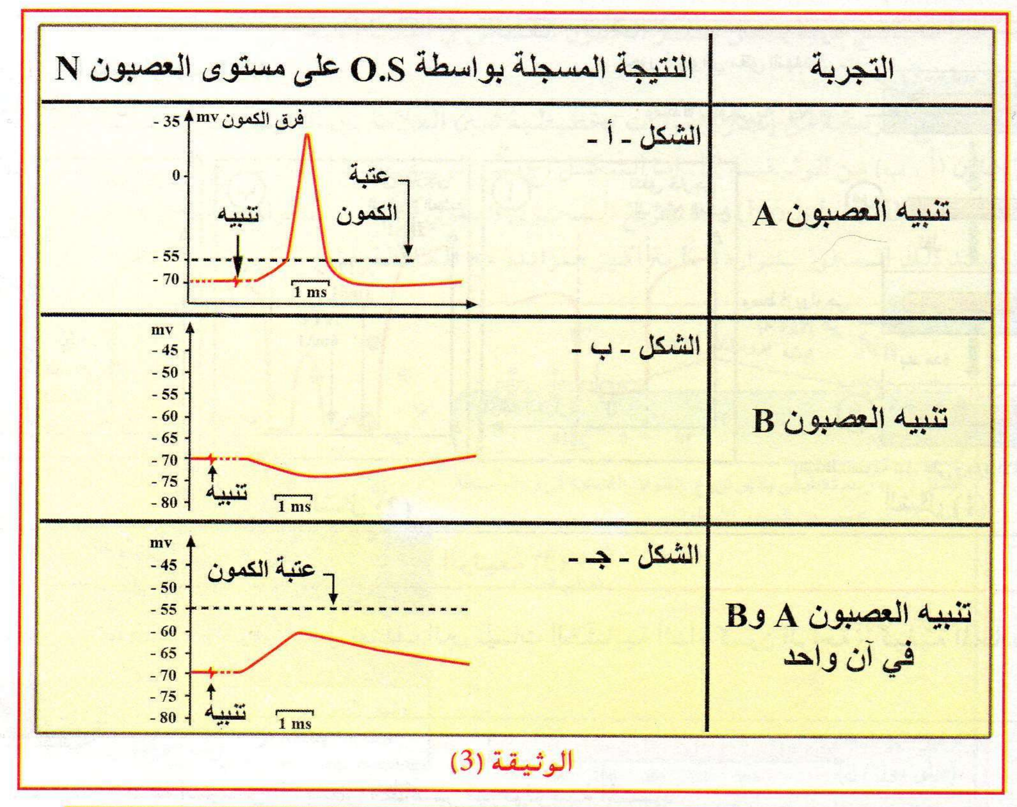
الوثيقة (1)



الوثيقة (2)

التجربة 1: هي ونتائجها موضحة في جدول الوثيقة (3).
أ – ما قيمة فرق كمون العصبون N.
ب – سم التسجيلات المحصل عليها وحدد سعتها.
جـ – حدد مما سبق نوع المشبك بين العصبونين A وN ثم بين N و B.

التجربة 2: مراحلها ونتائجها مسجلة في جدول الوثيقة (4).
د – ماذا تستخلص فيما يخص دور شوارد الـ Ca^{++}؟
هـ – وضح باختصار كيف يتم توليد كمون عمل في العنصر البعد مشبكي عند تنبيه العنصر القبل مشبكي.



الوثيقة (3)

المرحلة	النتيجة	ما يلاحظ على جهاز الـ O.S
1 - حقن كمية ك من شوارد الـ Ca^{++} في الحيز المشبكي بين الخليتين A و N مع إحداث تنبيه فعال للعصبون A	إزدياد في تركيز شوارد الـ Ca^{++} داخل العصبون A مع نقص في عدد الحويصلات المشبكية	الشكل -a- -70 mv تنبيه
2 - حقن كمية =5 ك من شوارد الـ Ca^{++} في الحيز المشبكي بين العصبونين A و N مع تنبيه فعال للعصبون A	إزدياد أكثر لشوارد الـ Ca^{++} داخل العصبون A ونقص أكثر لحويصلاتها المشبكية	الشكل -b- تنبيه -70 mv

الوثيقة (4)

تمرين 49

أ – إن الشكل (أ) من الوثيقة (1) يمثل رسما تخطيطيا للتركيب التجريبي الذي يسمح بالتسجيلات الكهربائية في الليف العصبي، بينما يمثل الشكل (ب) المنحنى المسجل على شاشة الجهاز في الشكل (أ)، أما منحنيات الشكل (ج) فتمثل تغيرات الكمون الغشائي وناقلية كل من Na^+ و K^+ نتيجة تنبيه فعال لليف العصبي.

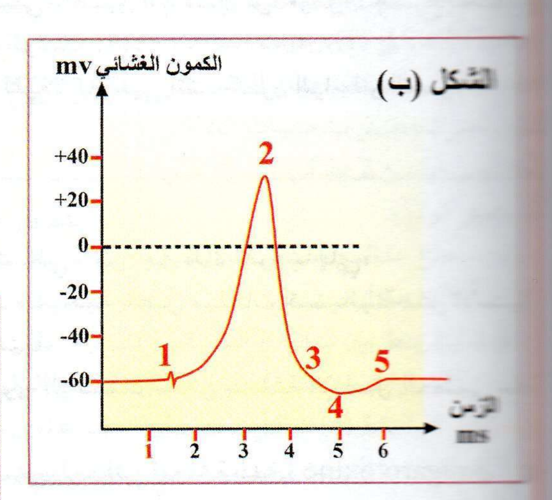
بالإعتماد على معلوماتك السابقة ومعطيات الوثيقة (1).

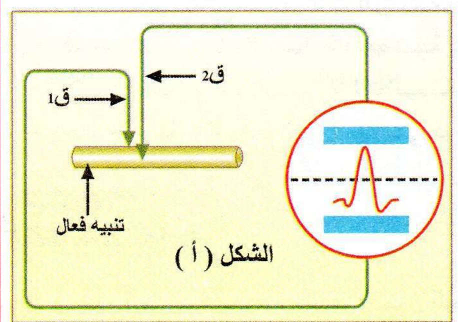
1 – سم الأجزاء الملاحظة في الفواصل الزمنية (0 – 1,5) (1,5 – 6) ميلي ثانية من التسجيل ب.

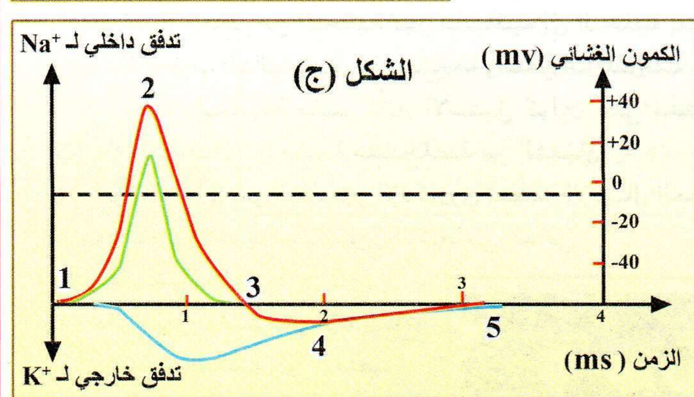
2 – إعتمادا على الشكل (جـ) فسر الشكل (ب) معتمدا على الظواهر الكيميائية؟

3 – إذا علمت أن التغيرات الشاردية الملاحظة أثناء تسجيلات الشكل (ج) تعود إلى تدخل قنوات فولطية نوعية، إستخرج نوع هذه القنوات معللا إجابتك.









الوثيقة (1)

ب - لتوضيح دور القنوات الفولطية (القنوات المبوبة كهربائيا) في تسجيل الكمونات الغشائية نقدم لك معطيات الوثيقة (2).

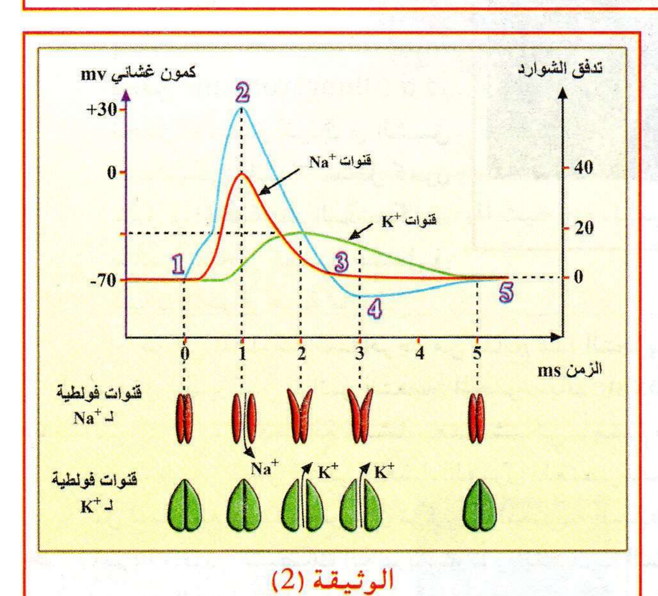
1 - أوجد علاقة بين القنوات الفولطية والأجزاء (1 و 2) (2 و3) الملاحظة في كل كمون غشائي.

2 - بالإعتماد على أشكال الوثيقة (2) إشرح الجزء الممثل لـ (3 و4) الملاحظ في كل كمون غشائي.

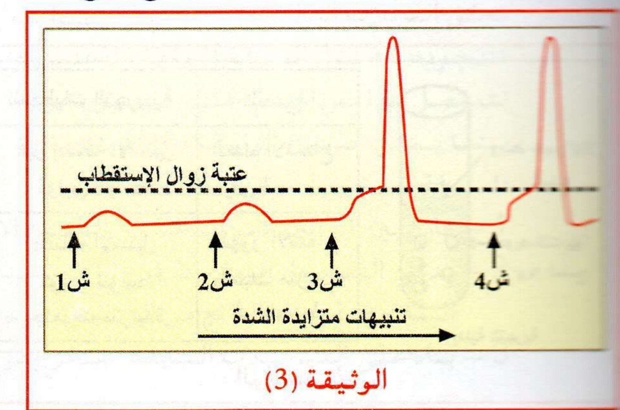
3 - قدم تفسيرا لعودة إستقرار كمون الراحة المبين في (5) من منحنيات التسجيلات السابقة.

جـ - لإستخراج شروط تسجيل كمون عمل وانتشاره حتى مستوى النهاية العصبية قبل المشبكية نقدم لك النتائج التجريبية التالية:

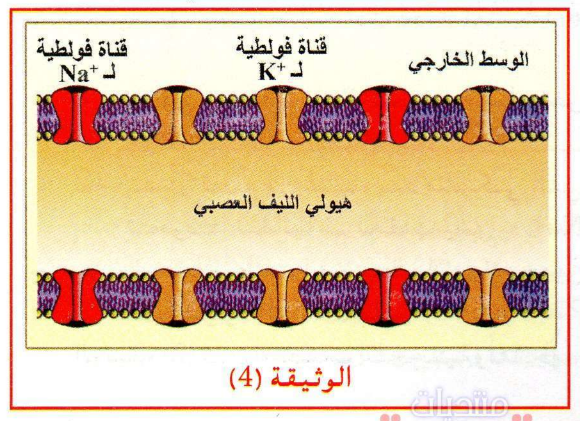
- تبين الوثيقة (3) نتائج تسجيلات كهربائية أنجزت على ليف عصبي معزول بعد تنبيهه بعدة تنبيهات متزايدة الشدة، أما الوثيقة (4) فتوضح توزع القنوات الفولطية على طول غشاء الليف العصبي عديم النخاعين.



الوثيقة (2)



الوثيقة (3)



الوثيقة (4)

1 – حلل نتائج تسجيلات الوثيقة (3)، ماذا تستنتج؟
2 – يتم إنتشار السيالة العصبية عند تنبيه الليف العصبي بتطبيق الشدتين ش3 أو ش4. إشرح بإختصا
كيف تنتشر السيالة العصبية معتمدا على معطيات الوثيقة (4).

د – بين برسم على المستوى الجزيئي دور البروتينات الغشائية لليف العصبي أثناء كمون الراحة و العمل؟

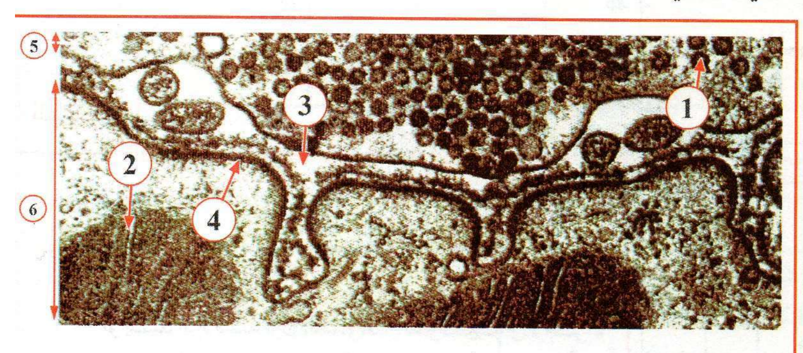
تمرين 50

نريد في هذه الدراسة معرفة مصدر كمون العمل في الغشاء البعد مشبكي و من أجل ذلك نقوم بما يلي:

أ – ينتقل كمون العمل من الخلية قبل مشبكية إلى الخلية بعد مشبكية بفضل مبلغات كيميائية مثل الأستي
كولين. التجارب التالية تبين مقر تأثيرها والتغيرات الناجمة عنها.

التجربة 1 : لمعرفة مقر تأثير الأستيل كولين على مستوى المشبك نحقن منطقة الإتصال العصبي بما
Bungarotoxine– α مشعة مستخلصة من الثعبان.

تمثل الوثيقة (1) صورة بالمجهر الإلكتروني لمنطقة الإتصال العصبي العضلي المعالجة بمادة Bungarotoxine –
مشعة والمحصل عليها بالتصوير الإشعاعي الذاتي.



الوثيقة (1)

1 – ضع البيانات من 1 الى 6.
2 – علل ظهور وتمركز الإشعاع (المناطق الداكنة) في العنصر 4 من الوثيقة (1).
3 – إذا أعدنا التجربة السابقة بحقن Bungarotoxine– α ثم نحقن الأستيل كولين في الشق المشبكي فإننا لا نسجل كمون عمل في الخلية بعد المشبكية، بينما نسجل كمون عمل في غياب السم في تجربة مماثلة.
– ما هي المعلومة المستخرجة من نتائج هذه التجربة؟
4 – علل سبب شلل فرائس الثعبان المحقونة بالـBungarotoxine– α إنطلاقا من النتائج السابقة.

ب – **التجربة 2 :** إن معاملة الغشاء بعد المشبكي بأجسام مضادة مفلورة حمراء لمستقبلات الأستيل كولين (ACH
نلاحظ ظهور الفلورة على الغشاء الهيولي للعنصر بعد المشبكي.
– هل تستطيع هذه التجربة أن تؤكد لك المعلومة السابقة؟ علل.

جـ – لمعرفة مصدر النبضات الكهربائية نقوم بالتجربة التالية :
لونبهنا الغشاء قبل مشبكي بتنبيهات متزايدة الشدة ثم نقوم بتسجيل التيارات المتولدة على مستوى جزء م
الغشاء البعد مشبكي المعزول بتقنية الـ Patch Clamp، نلاحظ ازدياد سعة التيارات بازدياد شدة المنبه، نف
الشيء لو استخدمنا الأستيل كولين (ACH) بتراكيز متزايدة.

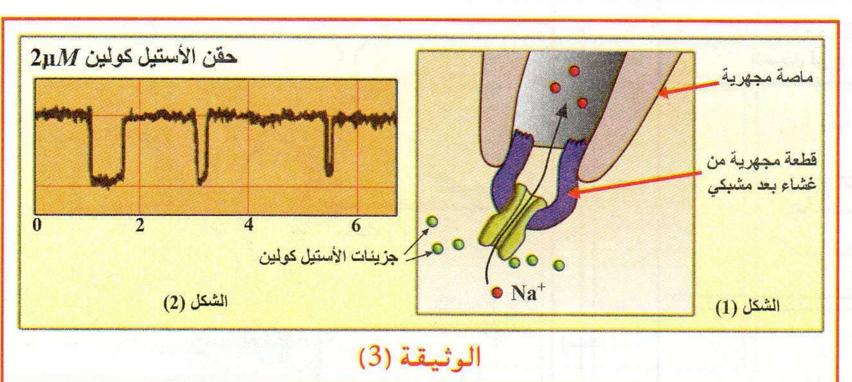
1 – حلل هذه النتائج، ماذا تستنتج فيما يخص مصدر النبضات الكهربائية.
2 – نعزل قطع من غشاء بعد مشبكي التي تتحوصل تلقائيا ثم نحقنها بشوارد Na^+ المشع ونضعها في وسط ملائم لا يحتوي على شوارد Na^+ المشعة.
الوثيقة (2) تبين المعطيات التجريبية ونتائجها.

المعطيات التجريبية	النتائج
قبل إضافة الأستيل كولين للوسط	انعدام الاشعاع في الوسط
إضافة الأستيل كولين للوسط بكميات متزايدة	ظهور الاشعاع بكميات متزايدة في الوسط

وسط عديم Na^+ المشع
حويصلات بها Na^- المشع
بداية التجربة

الوثيقة (2)

تمثل الوثيقة (3) قطعة مجهرية لغشاء بعد مشبكي معزولة بتقنية Patch Clamp الشكل (1). حيث الماصة المجهرية المتصلة بجهاز التسجيل تمكننا من تسجيل منحنيات الشكل (2) إثر حقن 2 ميكروغرام من الأستيل كولين.

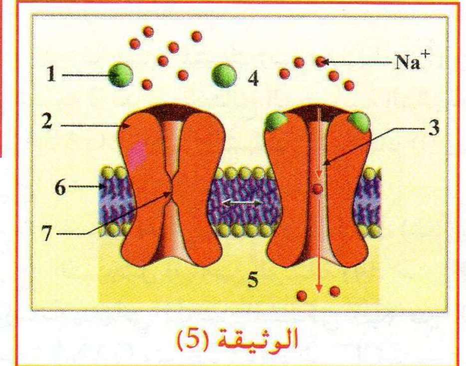


الوثيقة (3)

α – حلل نتائج جدول الوثيقة (2)، ماذا تستنتج؟

β – بالربط بين نتائج الوثيقة (2) والشكل (1) من الوثيقة (3) إشرح مصدر نبضات التيارات المسجلة في الشكل (2) من الوثيقة (3).

هـ – تمثل الوثيقة (4) شكل تخطيطي لمنظر علوي لمستقبل الأستيل كولين (ACH).



الوثيقة (5)

1 – كم عدد التحت وحدات المكونة للمستقبل.

2 – ضع البيانات اللازم مكان الأرقام.

3 – ما هي المعلومة التي تقدمها لك هذه الوثيقة (4) فيما يخص مواقع الـ ACH؟

4 – الوثيقة (5) تبين حالة المستقبلات بوجود وغياب الأستيل كولين.

α – ضع البيانات حسب الترقيم المعطى.

β – بين كيف تعمل هذه المستقبلات.

γ – علل تسمية هذه القنوات بالمرتبطة بالكيمياء أو المبوبة كيميائيا.

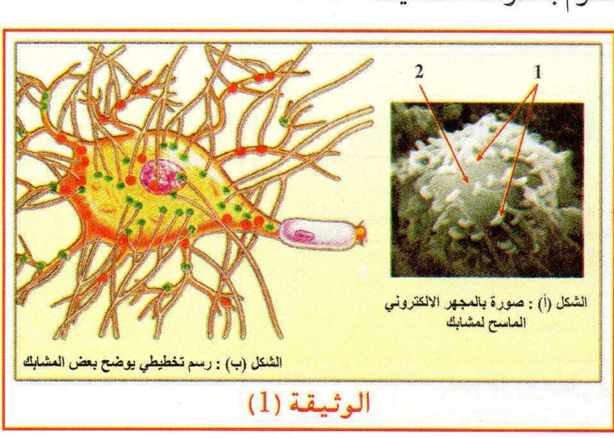
3
2
ج2
1
الوثيقة (4)

هـ – قارن بين القنوات المتعلقة بالفولطية والمرتبطة بالكيمياء من حيث الموقع والتحكم في إنفتاحها.

تمرين 51

للتوصل إلى معرفة أنواع المشابك المتصلة بالعصبون المحرك نقوم بالدراسة التالية:

أ – يمثل الشكلين (أ و ب) من الوثيقة (1) على التوالي صورة بالمجهر الإلكتروني الماسح لمشابك، ورسم تخطيطي لبعض منها.



الشكل (أ) : صورة بالمجهر الالكتروني الماسح لمشابك

الشكل (ب) : رسم تخطيطي يوضح بعض المشابك

الوثيقة (1)

– إنطلاقا من معطيات شكلي الوثيقة (1) قدم تعريفا للمشبك بعد وضع البيانات.

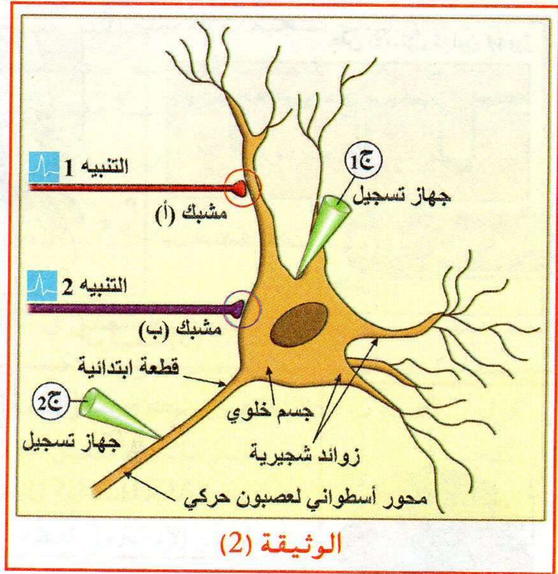
ب – α – لمعرفة انواع المشابك المتواجدة في الشكل (أ) نحقق التجارب التالية :

التجربة 1 : تمثل الوثيقة (2) نهايات عصبية تتمفصل مع نفس الجسم الخلوي لعصبون محرك، بينما يمثل جدول الوثيقة (3) التسجيلات المسجلة بعد تنبيه فعال في 1 و 2.

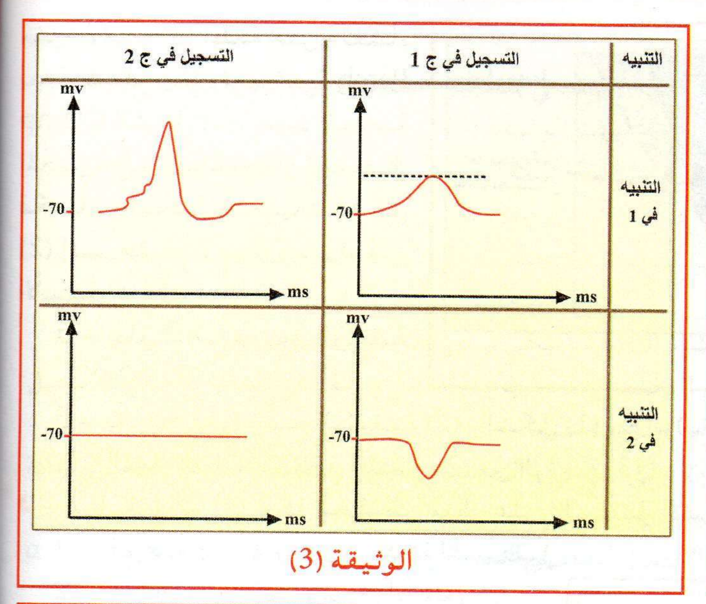
1 – قارن بين التسجيلات الناتجة من التنبيه الأول والثاني من الوثيقة (3)، ماذا تستنتج؟

2 – يدعى التسجيل الملاحظ في ج1 إثر تنبيه 1 بكمون بعد مشبكي تنبيهي PPSE بينما التسجيل الملاحظ في ج1 والناتج من التنبيه 2 فيدعى بكمون بعد مشبكي تثبيطي PPSI. علل.

3 – بناء على التسجيلات السابقة استخرج نوع المشبكين (أ و ب) من الوثيقة (2)؟



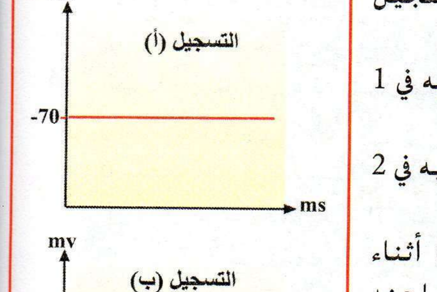
الوثيقة (2)



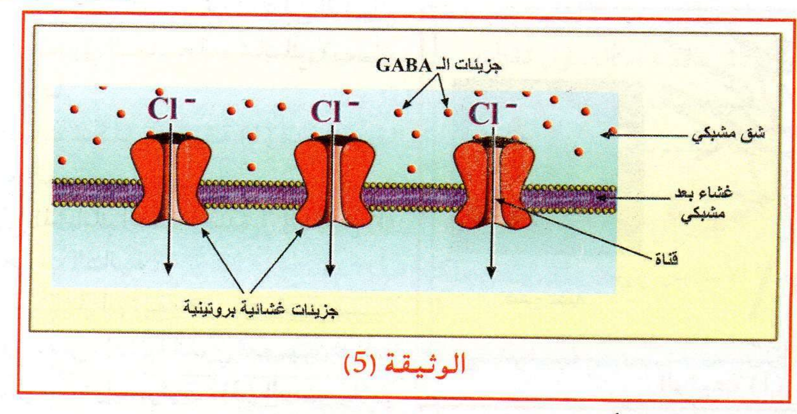
الوثيقة (3)

β – **التجربة 2 :** لمعرفة ميزة المشبك (ب) مقارنة بـ (أ) وتعليل التسجيل الملاحظ في ج1 إثر تنبيه 2 ندرس النتائج التجريبية التالية:

- حقن مادة الـ GABA في الحيز المشبكي للمشبك (أ) وبدون التنبيه في 1 فيسجل الجهاز ج1 التسجيل (أ) من الوثيقة (4).
- حقن مادة الـ GABA في الحيز المشبكي للمشبك (ب) وبدون التنبيه في 2 فيسجل الجهاز ج1 التسجيل (ب) من الوثيقة (4).
- بين التحليل الكيميائي للحيز المشبكي (ب) من الوثيقة (2) أثناء الراحة غياب مادة GABA وتواجد شوارد الـ Cl^- بنسبة عالية بينما عند التنبيه في 2 من الوثيقة (2) فتظهر مادة الـ GABA في الحيز المشبكي (ب) وتتناقص نسبة شوارد الـ Cl^-.
- سمحت دراسات أنجزت على الغشاء بعد مشبكي للمشبك (ب) تواجد جزيئات غشائية بروتينية تحتوي على مواقع تثبيت للـ GABA. الوثيقة (5) تبين رسم تخطيطي لهذه الجزيئات في وجود الـ GABA.



الوثيقة (4)



الوثيقة (5)

1 – ماذا تستنتج من مقارنة (أ) و (ب) من الوثيقة (4)؟

2 – إنطلاقا من المعطيات السابقة قدم تفسيرا للتسجيل (ب)؟

3 – بالربط بين المعطيات السابقة و بالإستعانة بالوثيقة (5) ومعلوماتك وضح بواسطة رسم تخطيطي وظيفي آلية عمل المشبك (ب) أثناء التنبيه في 2.

جـ – لكن كيف يكون التأثير حالة وصول كمونات متتالية في نفس الوقت من نفس العصبون القبل مشبكي أو من عصبونات قبل مشبكية مختلفة؟

إن الشكلين (أ و ب) من الوثيقة (6) يمثلان وصول عدة كمونات قبل مشبكية إلى الخلية البعد مشبكية.

1 – حدد نوع المشبك المتصل بالخلية بعد المشبكية في الشكلين (أ و ب) من الوثيقة (6).

2 – حدد مصدر الكمونين 1 و 2 المسجلين في المحورين الأسطوانيين للخليتين بعد المشبكيتين من الشكلين (أ و ب)؟

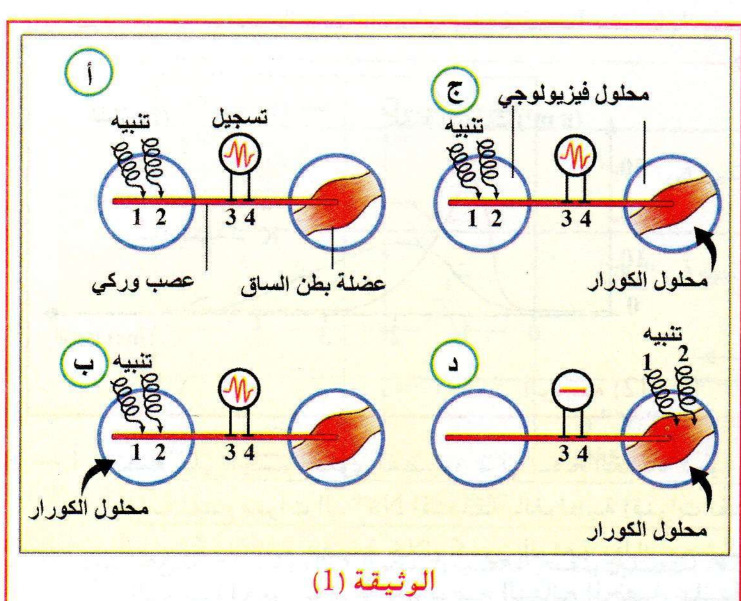
الشكل (أ) الشكل (ب)

الوثيقة (6)

3 – للعصبون بعد مشبكي القدرة على تجميع الكمونات التي تصل إليه في نفس الوقت إما تجميعا فضائيا (حالة الشكل أ) أو تجميعا زمنيا (حالة الشكل ب). بالإعتماد على هذه المعطيات وشكلي الوثيقة (6) إستخرج الإختلاف بين التجمع الزمني والتجمع الفضائي.

تمرين 52

تعزل عضلة فخذ الضفدع مع العصب المتصل بها. تضع العضلة في زجاجة ساعة والجزء الأخير من العصب في زجاجة ساعة اخرى، نستعمل الكترودي التنبيه (1 و 2) والكترود إستقبال جهاز أوسيلوسكوب (3 و 4) ثم نتتبع تقلص العضلة من جهة ومرور السيالة العصبية من جهة أخرى إثر تنبيه فعال حسب الظروف الموضحة في الوثيقة (1) وجدول الوثيقة (2) يقدم النتائج المحصل عليها.



الوثيقة (1)

1 – تبين هذه التجارب أن الكورار يؤثر على مستوى المشبك العصبي العضلي، وضح ذلك.

2 – بناء على معلوماتك حول التبليغ المشبكي، إقترح فرضية تفسر بها آلية تأثير الكورار على المشبك العصبي العضلي.

		تنبيهات في مستوى إلكترودين 1 و 2			
الوثيقة (2)		تجربة أ	تجربة ب	تجربة ج	تجربة د
النتائج	تقلص العضلة	نعم	نعم	لا	نعم
	تسجيل كمون العصب	نعم	نعم	نعم	لا

التوجيهات:

1 – قراءة دقيقة لمعطيات الوثيقتين.
- إستخراج الظروف التجريبية.
- ربط العلاقة بين الظروف التجريبية والنتائج المبينة.
- مقارنة بين معطيات مختلف التجارب لإستخراج مستوى تأثير الكورار.

2 – إن معرفة آلية التبليغ المشبكي ضرورية لصياغة الفرضيات.
- صياغة الفرضيات تتطلب المعالجة المنهجية للمعطيات التجريبية بدل إستظهار المعارف الجاهزة.
- يجب ان تكون الفرضية صحيحة منهجيا (الإستدلال المنهجي للمعطيات التجريبية والنتائج المحصلة في صياغة الفرضيات المكنة) لا تتناقض مع النموذج المفسر للظاهرة المدروسة (آلية التبليغ المشبكي).
- تعد الفرضيات تفسيرا مرحليا قابلا للتحقق منها في تجارب أخرى.

تمرين 53

نريد في هذه الدراسة التوصل إلى الظواهر الأيونية المسؤولة عن كمون العمل.

1 — يظهر المنحنى البياني في الوثيقة (1) نتائج التنبيه الكهربائي لمحور عملاق للحبار، حيث المنحنى 1 عند وجود المحور في ماء بحر به تركيز Na^+ = 440 ملي مول/ ل والمنحنى 2 عند التركيز 150 ملي مول/ل. استنتج من تحليل المنحنى التدفق الأيوني المسؤول عن نشوء كمون العمل.

الكمون الغشائي (mV)

1: $[Na^+]$= 400 mmol.L^{-1}

2: $[Na^+]$= 150 mmol.L^{-1}

+40 ، +20 ، +0 ، -20 ، -40 ، -60 ، -80

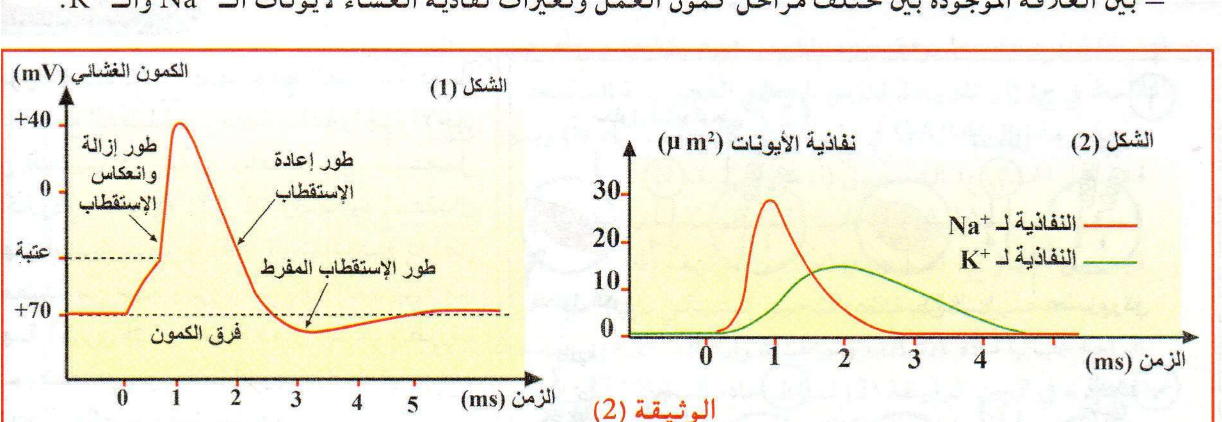
فرق الكمون

الزمن (ms) 1 2

الوثيقة (1)

2 — تمكن كل من Hodgkin وHuxley من قياس تغيرات نفاذية غشاء المحور العملاق للحبار لأيونات الصوديوم و البوتاسيوم خلال مرور كمون العمل ومنحنيات الوثيقة (2) توضح تغيرات كمون العمل (الشكل 1) بالموازاة مع تغيرات نفاذية الغشاء لكل من أيونات الصوديوم والبوتاسيوم (الشكل 2)

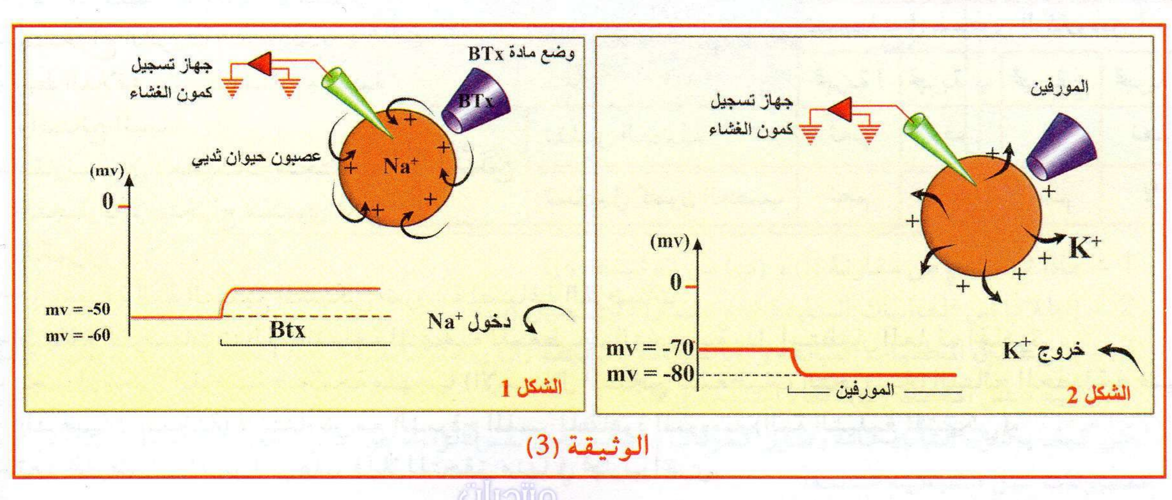
— بين العلاقة الموجودة بين مختلف مراحل كمون العمل وتغيرات نفاذية الغشاء لأيونات الـ Na^+ والـ K^+.



الوثيقة (2)

3 — أ — نضع على الجسم الخلوي لعصبون قرب سطح الغشاء كمية من مادة Batrachotoxine (BTX) وهي مادة سامة تفتح قنوات الـ Na^+ المتعلقة بالفولطية (قنوات تفتح أو تغلق تحت تأثير الكمون الكهربائي المحلي) التي تكون عادة مغلقة خلال كمون الراحة وذلك مع تسجيل كمون الغشاء قبل وبعد إضافة هذه المادة والشكل (1) من الوثيقة (3) يوضح النتائج المحصل عليها.

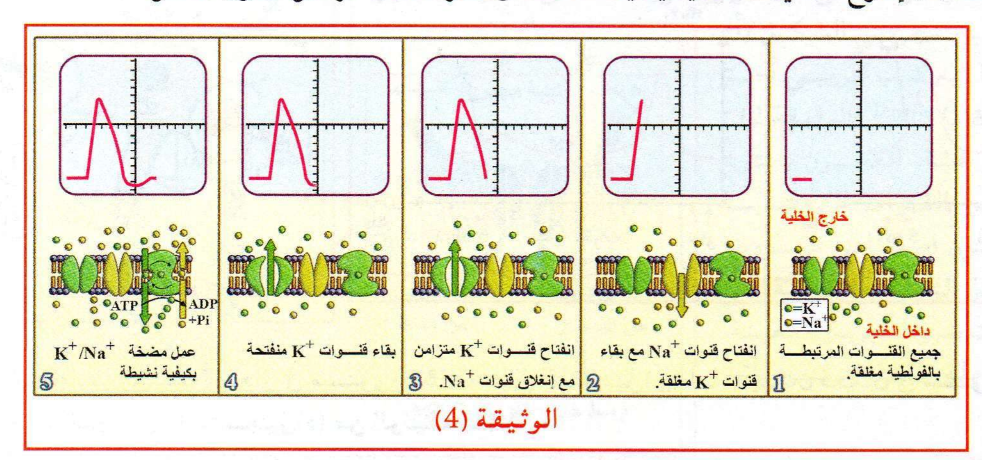
ب — نضع على جسم خلوي لعصبون مادة المورفين (الشكل 2 من الوثيقة (3)) وهي مخدر يؤدي إلى فتح قنوات الـ K^+ المتعلقة بالفولطية والتي تكون عادة مغلقة خلال كمون الراحة، وذلك مع تسجيل كمون الغشاء قبل وبعد إضافة هذه المادة.



الوثيقة (3)

إستخرج البنيات الغشائية المسؤولة عن حركة أيونات الـ Na^+ والـ K^+ خلال كمون العمل.

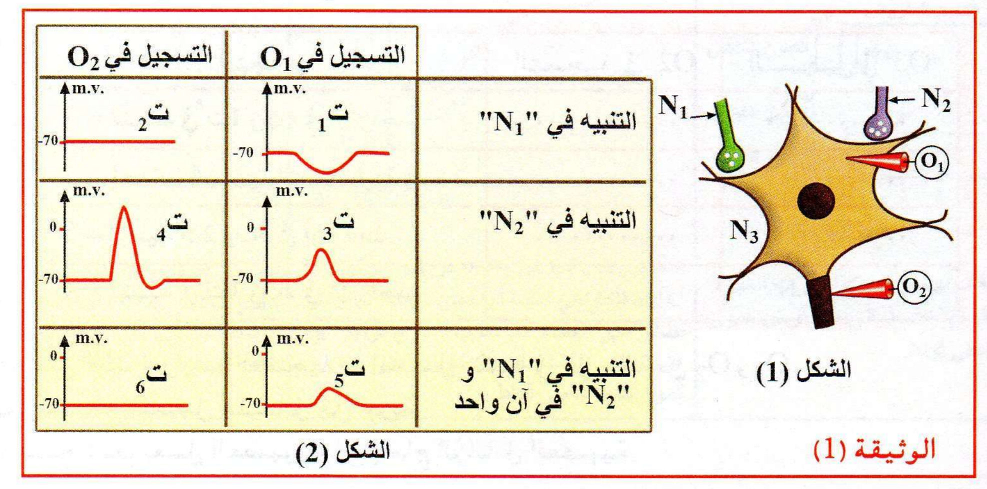
4 – باستعمال الوثيقة (4) إشرح التغيرات الكيميائية الحاصلة و فسر مختلف مراحل كمون العمل.



الوثيقة (4)

تمرين 54

I – إن التركيب التجريبي الممثل بالشكل (1) من الوثيقة –I– يهدف إلى دراسة الإدماج العصبي.



	التسجيل في O_1	التسجيل في O_2
التنبيه في "N_1"	ت1	ت2
التنبيه في "N_2"	ت3	ت4
التنبيه في "N_1" و "N_2" في آن واحد	ت5	ت6

الشكل (2)

الوثيقة (1)

نحدث تنبيها فعالا على العصبونين N1 وN2 المتصلين بنفس العصبون المحرك N3، ونسجل على مستوى كل من جهازي الأوسيلوسكوب O_1، O_2. النتائج المحصل عليها ممثلة في جدول الشكل (2) من الوثيقة –I–.

1 – حدد طبيعة المشبك في كل حالة مع التعليل.

2 – قارن بين التسجيلين ت3 وت5.

3 – لماذا اختلفت النتائج في ت4 و ت6؟

4 – ما هي شروط الحصول على التسجيل ت4 في ت6 مع التعليل؟

II – 1 – وضح بالرسم على المستوى الجزيئي إليه تأثير المبلغ العصبي في حالة التنبيه في N1 وN2.

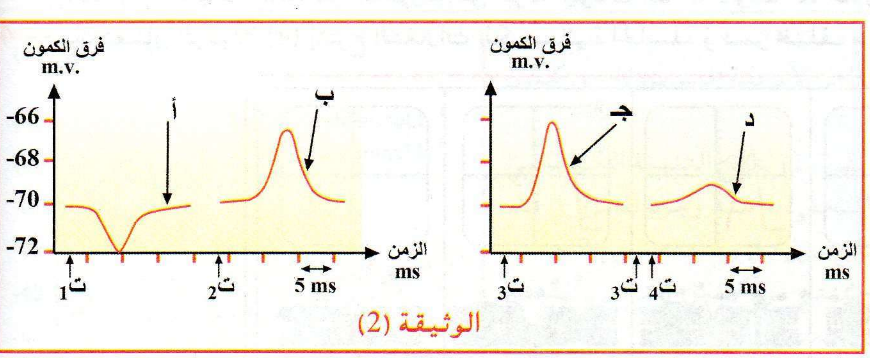
2 – بالاستعانة بالمعلومات السابقة اشرح كيف يتم دمج الكمونات الغشائية قبل مشبكية على مستوى العصبون المحرك.

تمرين 55

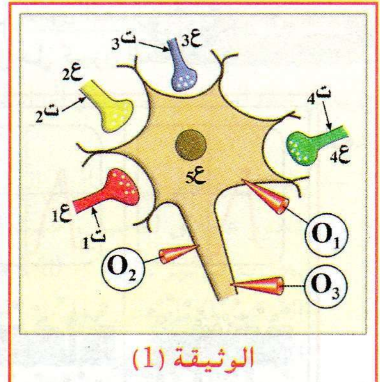
لفهم بعض آليات الاتصالات العصبية نحقق الدراسات التالية :

I – الوثيقة (1) تمثل العصبونات الحسية والجامعة بالعصبون الحركي ع5 ولتسجيل النشاط الكهربائي لهذا الأخير نغرزه بالكترود استقبال دقيق لجهاز(O_1) ثم نطبق تنبيهين فعالين منفصلين ت1 وت2 فنحصل على التسجيلين (أ) و(ب) على التوالي والمبينين في الوثيقة (2).





الوثيقة (2)



الوثيقة (1)

ثم نحدث التنبيه الفعال في مستوى(ت3) فاعطى التسجيل(ج) اما تنبيهين فعالين في مستوى (ت3) و(ت4) في آن واحد نتج عنهما التسجيل(د) من الوثيقة (2).

1 – حلل هذه التسجيلات واستخلص دور العصبونات (ع1، ع2، ع3، ع4).

2 – مثل برسم تخطيطي عليه البيانات الآلية التي تحدث على مستوى غشاء ع1 إثر التنبيه ت1.

ب – قصد فهم آلية الإدماج العصبي نقترح الجدول التالي :

التجارب	التسجيل في O2	التسجيل في O3
1 – تنبيه في ت1 وت4 في آن واحد	....	....
2 – إحداث 4 تنبيهات متقاربة في ت2	....	....
3 – تنبيه ت2 وت3 في آن واحد	....	....
4 – تنبيه في ت1 وت2 في آن واحد	....	....

1 – أعد نقل الجدول وارسم التسجيلات المحصل عليها في كل حالة من O_2 وO_3.

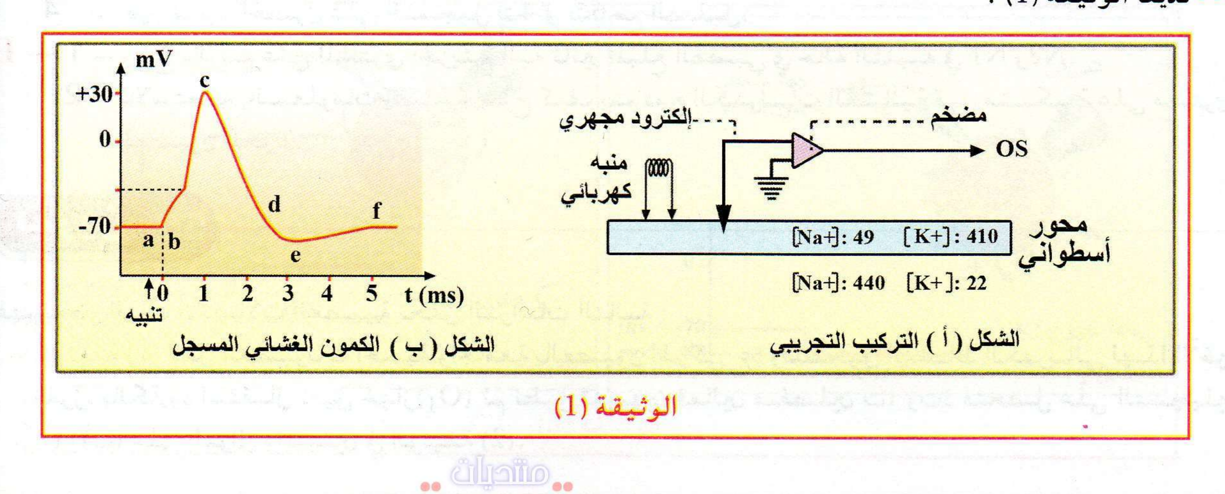
2 – فسر النتائج المحصل عليها في كل تجربة.

3 – استنتج كيف يعمل العصبون على إدماج الرسائل العصبية.

تمرين 56

إن كمون العمل الناتج عن تنبيه فعال للعصبون ما هو إلى نتيجة للتغيرات السريعة للنفاذية الغشائية على جانبي غشاء العصبون، لغرض تحديد طبيعة انتقال الشوارد مصدر مختلف مراحل كمون العمل نقترح الدراسة التالية:

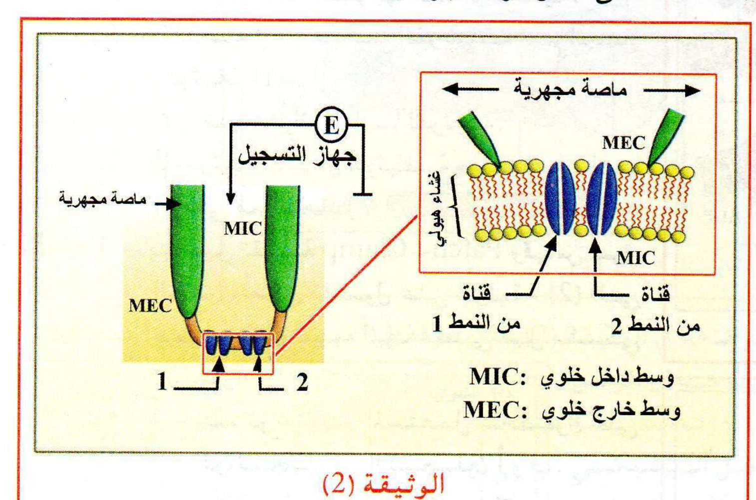
أ – لدينا الوثيقة (1) :



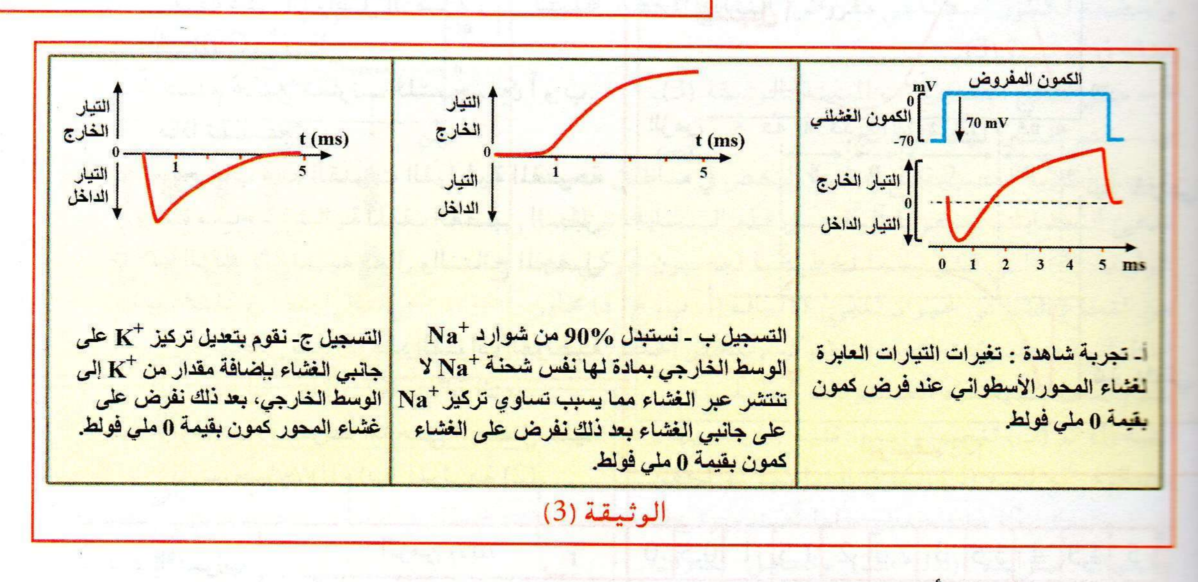
الوثيقة (1)

1 – أذكر الخطوات التجريبية التي بواسطتها تم الحصول على تسجيل الشكل (ب).
2 – فسر مختلف مراحل منحنى الشكل(ب) معتمدا على الظواهر الكهربائية فقط.

ب – نستبدل التركيب التجريبي الشكل (أ) من الوثيقة (1) بتركيب تجريبي آخر يمثل تقنية Pach Clamp (الوثيقة 2).
نعزل جزء من غشاء العصبون يحتوي على نمطين من القنوات البروتينية ونخضعه لكمون اصطناعي مفروض (0mv) ثم نسجل التيارات الأيونية التي تعبر الغشاء تحت شروط تجريبية معينة.
النتائج المسجلة ممثلة في تسجيلات الوثيقة (3).



الوثيقة (2)



الوثيقة (3)

1 – حلل التسجيل (أ) ماذا تستنتج؟
2 – ما هي المعلومات المستخرجة من مقارنة التسجيلين (ب) و(ج) مع التسجيل (أ) والتي تسمح بتحديد طبيعة الشوارد المتنقلة والتي هي مصدر مختلف مراحل كمون العمل؟
3 – مثل بواسطة رسومات تخطيطية دقيقة على المستوى الجزيئي دور البروتينات الغشائية لليف العصبي أثناء مختلف مراحل كمون العمل.

تمرين 57

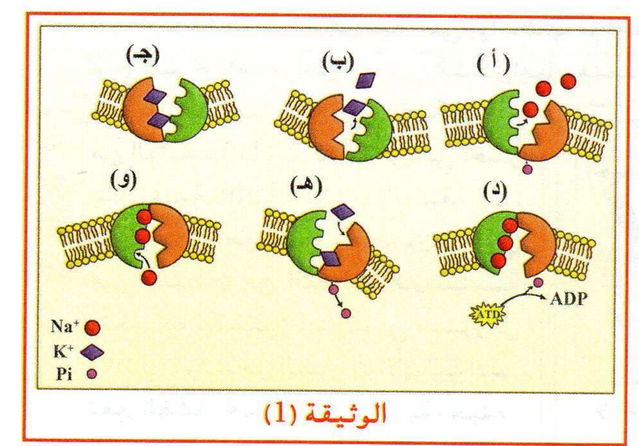
تلعب البروتينات الغشائية دورا هاما في الاتصال العصبي ولدراسة ذلك نقترح ما يلي:
I – يبين الجدول الموالي نتائج معايرة تركيز شوارد Na^+ وK^+ لكل من هيولى المحور الاسطواني ودم الكالمار أثناء الراحة.

الشاردة	هيولى المحور	دم الكالمار
Na^+	50	440
K^+	400	20

أ – حلل نتائج الجدول وماذا تستنتج فيما يخص مصدر الكمون الغشائي في الخلايا الحية؟
ب – إذا علمت إن انتقال الشوارد أثناء الراحة يتم عبر قنوات مفتوحة باستمرار وفق تدرج التركيز وتتوقف عند تساوي التراكيز على الجانبين.



1 – ما هي الإشكالية التي تطرحها نتائج الجدول؟
2 – اقترح فرضية تفسر بها هذه الإشكالية.
3 – للتحقق من صحة الفرضية تم انجاز الوثيقة (1).
α – قدم عنوانا مناسبا للوثيقة.
β – رتب أشكال الوثيقة حسب تسلسلها الزمني مع التعليل.



الوثيقة (1)

II – 1 – بتطبيق تقنية Patch–Clamp وقياس فرق الكمون أمكن الحصول على الوثيقة (2) التي تمثل نتائج تنبيه ليف عصبي قبل مشبكي للكالمار.
أ – حدد نوع الجهاز المستعمل للحصول على كل تسجيل من التسجيلين أ و ب.
ب – تعرف على الفواصل الزمنية : A، B، C، D، E.
جـ – قدم تحليلا مقارنا للتسجيلين أ و ب. ماذا تستنتج؟
2 – نقوم بحساب عدد القنوات الفولطية المفتوحة في وحدة مساحة غشائية لليف العصبي السابق بدلالة الزمن اثر تنبيه فعال والنتائج المحصل عليها ممثلة في الجدول التالي:
أ – ارسم منحنى تغيرات عدد القنوات الفولطية المفتوحة لـ Na^+ و K^+ بدلالة الزمن.
ب – أوجد علاقة تربط المنحنى المحصل عليه بالتسجيلين (أ) و(ب) للوثيقة (2).

(mv)
0
-70
التسجيل أ
الزمن (ms)
0 0.5 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5 5
A B C D E
تيار خارجي
تيار داخلي
التسجيل ب

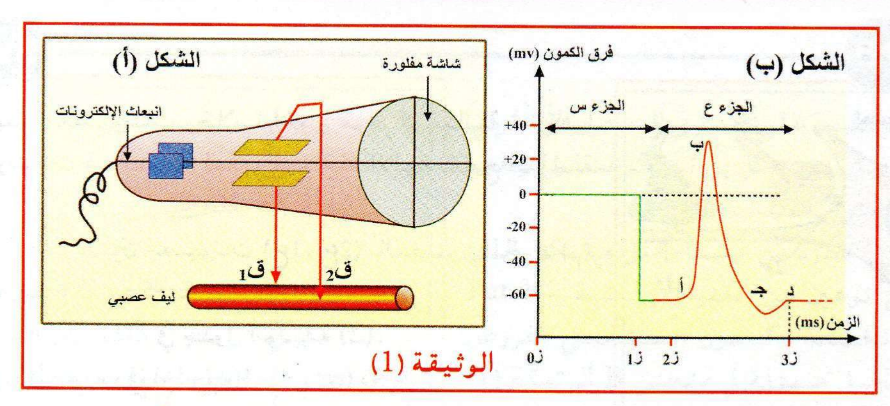
الوثيقة (2)

عدد القنوات المفتوحة في μm^2 مساحة	الزمن (ms)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
	عدد القنوات الفولطية لـ Na^+	0	5	40	25	5	2	0	0	0	0	0
	عدد القنوات الفولطية لـ K^+	0	0	5	15	20	18	12	8	2	1	0

III – انطلاقا من المعلومات المستخلصة من I و II ومكتسباتك وضح بواسطة رسم على المستوى الجزيئي دور البروتينات الغشائية للمحور الأسطواني في الفواصل الزمنية (A، B، C).

تمرين 58

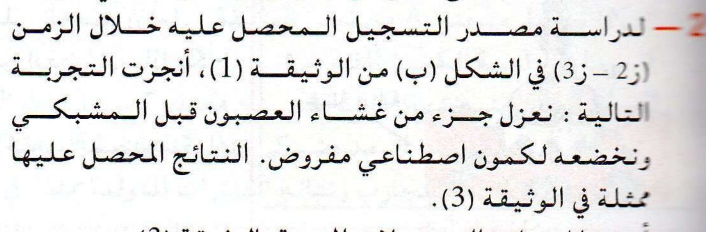
1 – لدراسة خواص الليف العصبي نستعمل جهاز راسم الذبذبات المهبطي Oscilloscope (OS) كما هو مبين في الشكل (أ) من الوثيقة (1) والشكل (ب) يمثل التسجيلات المحصل عليها في شروط معينة.
أ – وضح أهمية استعمال جهاز (OS).
ب – ما هي خاصية الليف العصبي التي يبرزها التسجيل المحصل عليه: – ما بين الزمنين ز1 – ز2.
– ما بين الزمنين ز2 – ز3.
جـ – قدم عناوين مناسبة للتسجيلات المحصل عليها في كل من (ز0 – ز1) ، (ز1 – ز2)، (ز2 – ز3).
د – ارسم التركيب التجريبي الذي سمح لنا بالحصول على التسجيل الذي تم خلال (ز2 – ز3).



الوثيقة (1)

هـ – معتمدا على الظواهر الكيميائية الموضحة في الوثيقة (2) علل المراحل (أ – ب) و(ب – جـ) و(جـ – د).

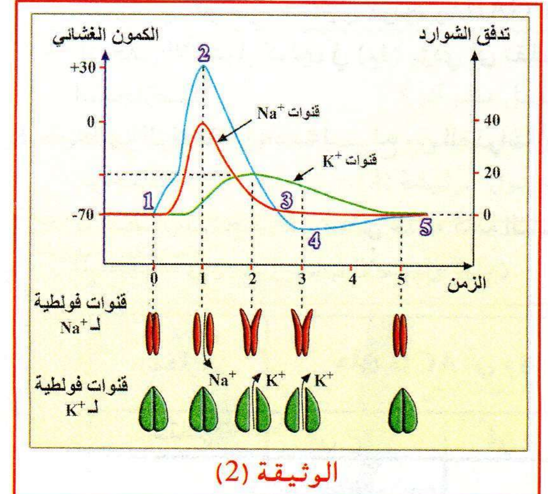
2 – لدراسة مصدر التسجيل المحصل عليه خلال الزمن (ز2 – ز3) في الشكل (ب) من الوثيقة (1)، أنجزت التجربة التالية : نعزل جزء من غشاء العصبون قبل المشبكي ونخضعه لكمون اصطناعي مفروض. النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (3).



أ – حلل نتائج التسجيلات المبينة بالوثيقة (3).



ب – قدم تفسيرا لهذه النتائج.

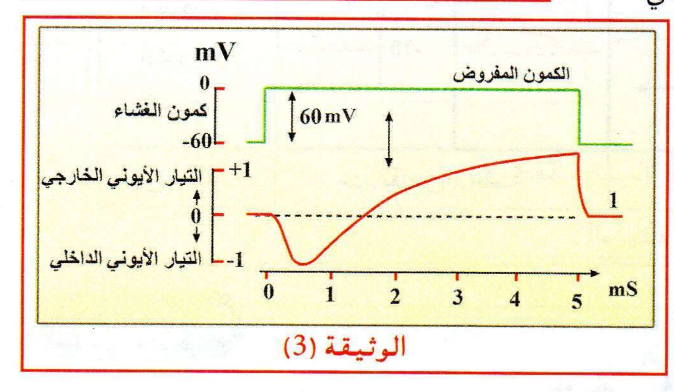


الوثيقة (2)

3 – تتصل الخلايا العصبية مع بعضها البعض في مناطق معينة تدعى المشابك، لمعرفة آلية عمل هذه المشابك تم انجاز الوثيقة (4) التي تمثل رسما تخطيطيا لعصبون حركي (ن) من النخاع الشوكي لحيوان ثديي. الألياف (أ، ب، ج، د) محاور أسطوانية لعصبونات العقدة الشوكية للجذر الخلفي.

يتم إحداث تنبيه هذه العصبونات كما يلي:

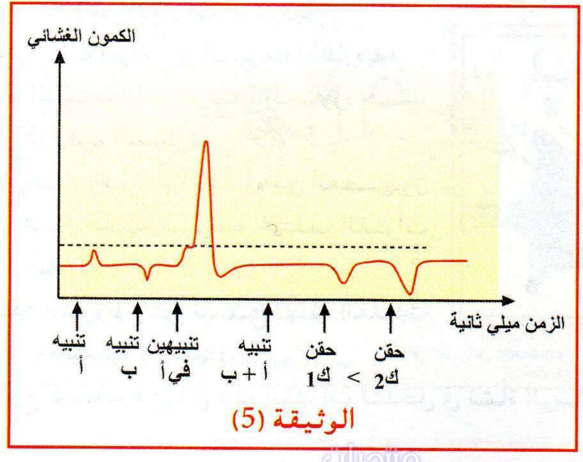
نتبه (أ) ثم (ب) تنبيها واحدا. ننبه (أ) بتنبيهين متتاليان ثم ننبه (أ + ب) في آن واحد، ثم نحقن في المشبك (β) مادة حمض غاما أمينوبيوتريك بكميات متزايدة (ك1، ك2) ونسجل تغيرات استقطاب العصبون (ن) بواسطة راسم الاهتزاز المهبطي، النتائج المسجلة موضحة في الوثيقة (5).



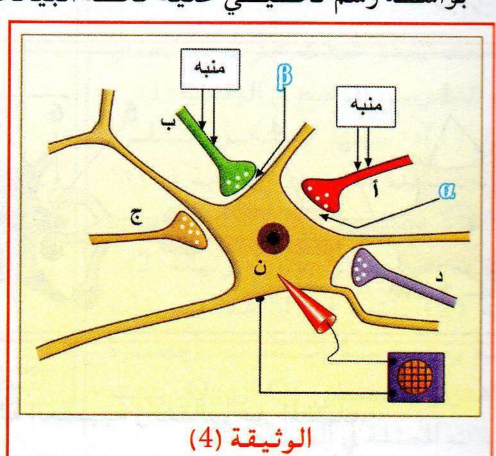
الوثيقة (3)

أ – حلل التسجيلات المحصل عليها في الوثيقة (5) وماذا تستخلص من كل تسجيل؟

ب – بواسطة رسم تخطيطي عليه كافة البيانات وضح آلية عمل المشبك (α) والمشبك (β).



الوثيقة (5)



الوثيقة (4)

تمرين 59

يضمن الاتصال بين العصبونات وخلايا أخرى مواد كيميائية تأثيرها مرتبط بوجود بروتينات متخصصة لهدف فهم هذه الآلية نقترح الدراسة التالية:

تمثل الوثيقة (1) اتصالات بين عصبونات (ع1، ع2) بالعصبون المحرك (م) ويتصل هذا الأخير بعضلة هيكلية.

مراحل التجربة ونتائجها ممثلة في جدول الوثيقة (2).

1 — ما تمثل المواد المحقونة في (م1، م2)؟

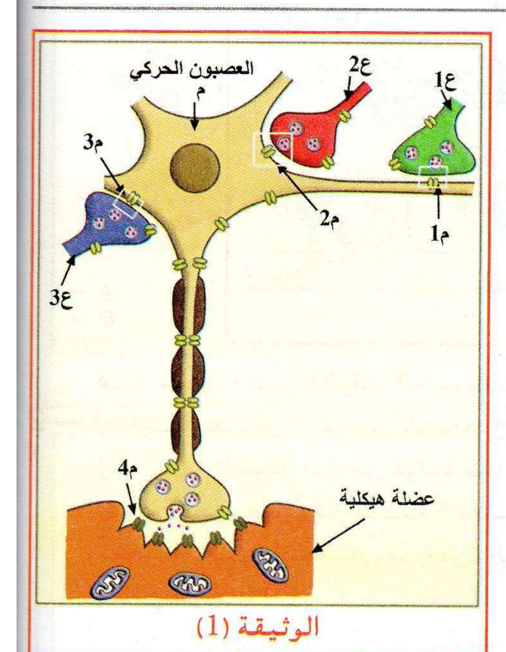
2 — حلل نتائج التسجيلات المحصل عليها في الجدول؟

3 — فسر تأثير كل من الأستيل كولين وGABA على العصبون (م).

4 — إن حقن الأستيل كولين في (م4) يؤدي إلى تقلص العضلة، ماذا يمكن استخلاصه؟

5 — تظهر الوثيقة (1) عدة أنواع من القنوات أذكرها ثم حدد مكان تواجدها؟

6 — بواسطة رسم تخطيطي متقن عليه كافة البيانات. مثل بنية القناة المستقبلة في وجود وغياب الأستيل كولين.



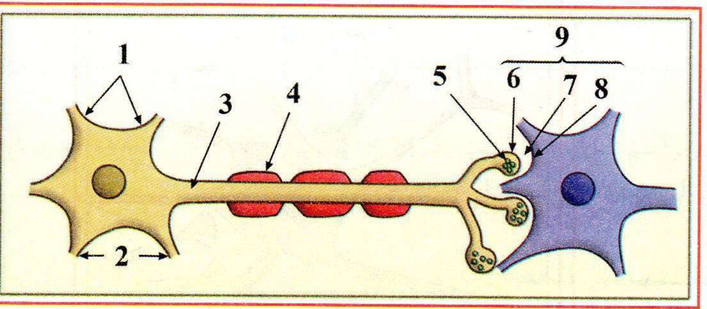
الوثيقة (1)

التجارب	حقن ACH في م1		حقن الـ GABA في م2		تنبيه في ع1+ع3
النتائج	في ع1	في م	في ع2	في م	في م
الظاهرة الكهربائية المسجلة	الكمون mv، -70		الكمون mv، -70		
في العضلة	عدم تقلص العضلة		عدم تقلص العضلة		تقلص العضلة

الوثيقة (2)

تمرين 60

إن النفاذية الغشائية ميزة أساسية في الخلية. في حالة العصبون، إن تدفق الشوارد عبر الغشاء الهيولي أصبح ممكنا بفضل وجود عدة أنواع من القنوات الشاردية.



1 — أذكر ثلاثة أنواع من القنوات الشاردية.

2 — أ — اكتب بيانات الوثيقة المجاورة حسب الترقيم المعطى(1 — 9).

ب — حدد الجزء أو الأجزاء من العصبون محددا عليها تموضع مختلف القنوات السابقة.

3 — حدد الشروط التي تسمح لهذه القنوات بأداء وظيفتها (عملها).

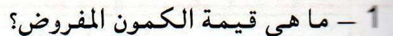
4 — اشرح كيف نوعين من هذه القنوات تتدخل في نشأة الرسالة العصبية وانتقالها عبر المشبك.

تمرين 61

تنتقل الرسالة العصبية على مستوى المحور الأسطواني وعلى مستوى المشبك بفضل بروتينات غشائية ولفهم هذه الآلية نقترح الدراسة التالية :

أ – تمكنا من عزل جزء من غشاء قبل مشبكي الذي يحتوي على نوعين من القنوات بتقنية Patch-Clamp ثم نخضعه لكمون اصطناعي مفروض ونتائج التسجيل ممثلة في منحنى B الوثيقة (1) وعند إضافة مادة tetrodotoxine (مثبطة لانتقال Na^+) نسجل منحنى A من نفس الوثيقة.

الوثيقة (1)



1 – ما هي قيمة الكمون المفروض؟

2 – فسر المنحنيين؟ ماذا تستخلص عن مصدر كمون العمل القبل مشبكي؟

ب – نعزل جزء من الغشاء البعد مشبكي بنفس التقنية السابقة والذي يحتوي على نوعين من القنوات كما هو مبين في الوثيقة (2) أما التجارب ونتائج التيارات المتولدة ممثلة في جدول الوثيقة (3).

المعطيات التجريبية	محتوى الوسط الخارجي Na^+	K^+	CL^-	محتوى الوسط الداخلي Na^+	K^+	Cl^-	النتائج المسجلة على مستوى الغشاء البعد مشبكي
قبل إضافة ACh	440	20	560	48	410	40	
إضافة ACh	244	20	560	244	410	40	
إضافة GABA	440	20	300	48	410	300	

الوثيقة (3)

الوثيقة (2)

1 – فسر نتائج الجدول؟

2 – ماذا تستنتج؟

جـ – وضح بشكل نقاط أهمية البروتينات في ظاهرة نقل الرسالة العصبية.

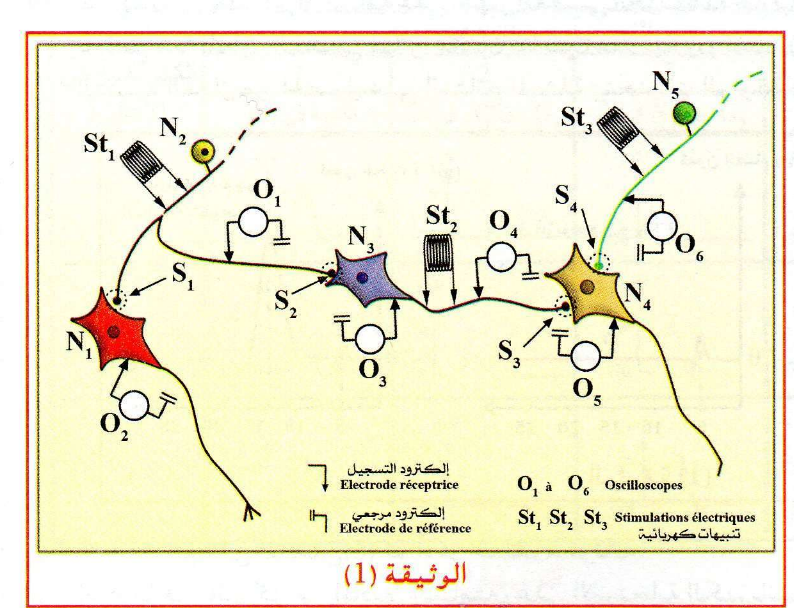
تمرين 62

نقترح دراسة عمل شبكة من السلاسل العصبونية مكونة من خمس عصبونات من N1 إلى N5.

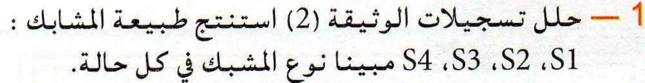
من أجل ذلك نحقق ثلاث تجارب باستعمال التركيب التجريبي الموضح في الوثيقة (1):

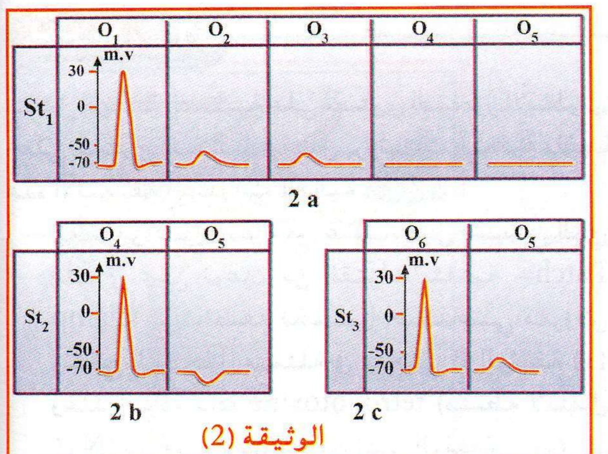
التجربة (1): ننبه بشكل منفرد العصبونات بشدة أعلى من العتبة في St1 وSt2 وSt3 فحصلنا على التوالي على التسجيلات الموضحة في جدول الوثيقة (2).

التجربة (2): ننبه في St1 عدة تنبيهات متقاربة ومتساوية الشدة. أجهزة راسم الاهتزاز المهبطي من O1 إلى O5. بينت التسجيلات الممثلة في الوثيقة (3).



الوثيقة (1)





الوثيقة (2)

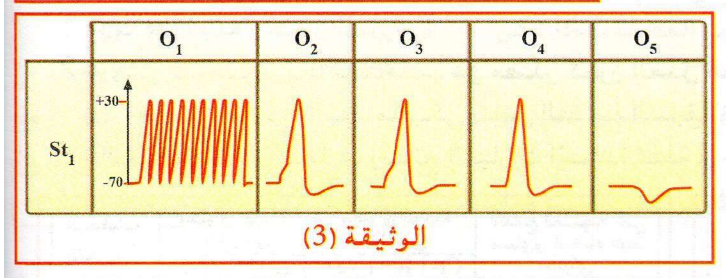
1 — حلل تسجيلات الوثيقة (2) استنتج طبيعة المشابك : S1، S2، S3، S4 مبينا نوع المشبك في كل حالة.

2 — قارن النتائج المحصل عليها في التجربة (1) (2a) من الوثيقة (2) مع تلك المحصل عليها في التجربة (2). ماذا تستنتج؟

3 — بين النتائج المنتظرة على مستوى كل من: O_1 ، O_2 ، O_3 ، O_4 ، O_5 إذا نبهنا في St_2 تنبيهات فعالة متقاربة متساوية الشدة. علل إجابتك؟

التجربة (3): نحقن في الشقوق المشبكية من S1 إلى S4 المواد X1، X2، X3 النتائج موضحة في الجدول الموالي:

4 — حلل النتائج المحصل عليها في التجربة (3) لاستنتاج الدور الفيزيولوجي ونوع المادة المحقونة.

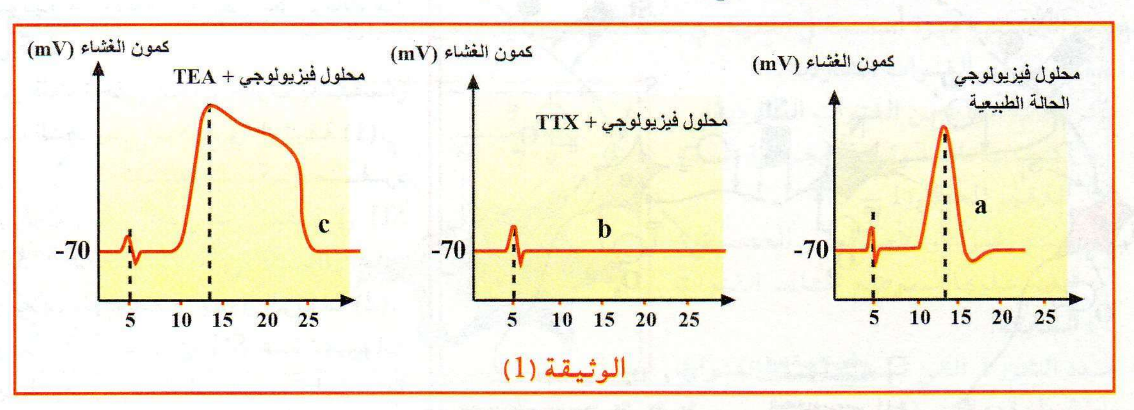


الوثيقة (3)

المواد المحقونة / المشابك	X_1	X_2	X_3
S1	زوال استقطاب في N_1	بدون تأثير في N_1	بدون تأثير في N_1
S2	زوال استقطاب في N_3	بدون تأثير في N_3	بدون تأثير في N_3
S3	بدون تأثير في N_4	زوال استقطاب في N_4	بدون تأثير في N_4
S4	بدون تأثير في N_4	بدون تأثير في N_4	زوال استقطاب في N_4

تمرين 63

I — لمعرفة تأثير بعض المواد السامة على الجهاز العصبي أنجزت عدة تجارب على المحور العصبي لحيوان بحري "الكالمار". نخضع هذا المحور العصبي لتأثير مادتين سامتين هما تيترودوكسين (TTX) وتيترا إيثيل أمونيوم (TEA)، مكننا التنبيه الفعال من الحصول على النتائج الممثلة بمنحنيات الوثيقة (1):



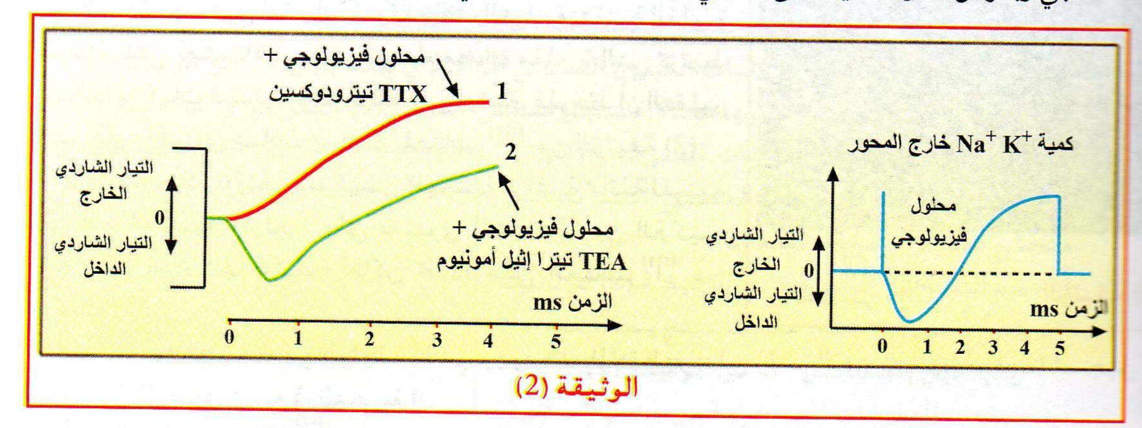
الوثيقة (1)

1 – تعرف على المنحنى(a) ثم أذكر مختلف مكوناته.

2 – ما هو تأثير كل من المادتين السامتين على الإستجابة الكهربائية للمحور العصبي؟

3 – اقترح فرضيتين تفسر بهما تأثير المادتين TTX و TEA على الظواهر الكهربائية؟

II – الوثيقة (2) تمثل نتائج قياس التركيز الإجمالي لشاردتي Na^{+} و K^{+} بجوار نقطة التنبيه خارج غشاء المحور العصبي وبفرض كمون معين على جانبي غشاء الليف العصبي للكالمار وفق شروط تجريبية معينة :



الوثيقة (2)

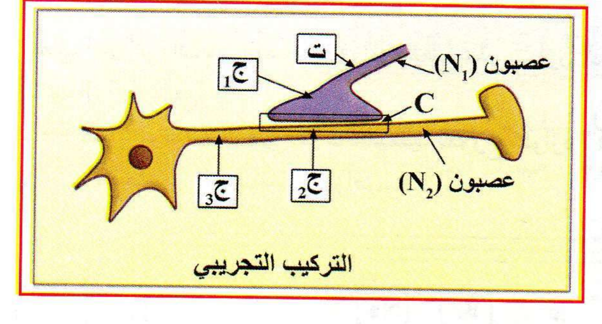
1 – اعتمادا على معلوماتك بين كيف يمكن فرض كمون معين على جانبي غشاء الليف؟

2 – ماذا تستنتج من تحليل هذه المنحنيات حول كيفية عمل المادتين السامتين؟

3 – هل حققت هذه النتائج الفرضتين المقترحتين في السؤال I / 3 ؟.

تمرين 64

تنتقل الرسالة العصبية عبر سلسلة من العصبونات ولإظهار آلية هذا الانتقال في مستوى المشبك ودور البروتينات في ذلك استعمل التركيب التجريبي التالي:



التركيب التجريبي

I – أنجزت سلسلة التجارب التالية :

التجربة 1 : تم تنبيه العصبون (N1) في المنطقة "ت".

التجربة 2 : حقنت الكمية G1 من الأستيل كولين في مستوى المشبك C.

التجربة 3 : حقنت الكمية G2 من الأستيل كولين داخل العصبون (N2).

علما أن الكمية G3 < G2 < G1 وأن التجارب 2، 3، 4، لم يحدث فيها تنبيه.

النتائج التجريبية المحصل عليها بواسطة أجهزة راسم الاهتزاز المهبطي (ج1، ج2، ج3) ممثلة في الوثيقة (1).

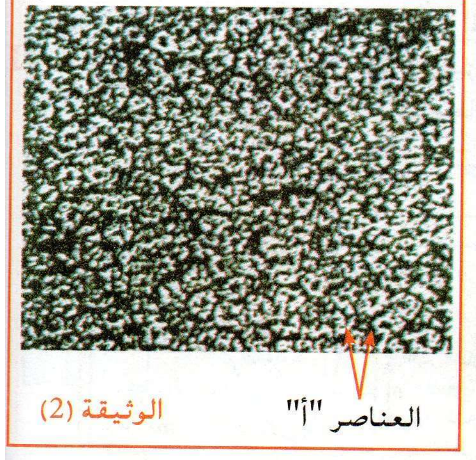
1 – حلل التسجيلات المحصل عليها والممثلة في الوثيقة (1).

2 – بين أن انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك مشفرة بتركيز الأستيل كولين.

التسجيلات الكهربائية في الأجهزة	التجربة و نتائجها			
	1	2	3	4
	التنبيه في (ت)	بين G_1 و N_1 و N_2	بين G_2 و N_1 و N_2	G_3 داخل N_2
ج1	mV 0 -70	mV 0 -70	mV 0 -70	mV 0 -70
ج2	mV 0 -70	mV 0 -70	mV 0 -70	mV 0 -70
ج3	mV 0 -70	mV 0 -70	mV 0 -70	mV 0 -70

الوثيقة (1)

3 – اعتمادا على هذه النتائج، حدد مكان تأثير الأستيل كولين.
4 – ماذا تستخلص من هذه النتائج التجريبية؟



الوثيقة (2)

II – تمثل الوثيقة (2) صورة مأخوذة بالمجهر الالكتروني للغشاء بعد مشبكي على مستوى المشبك C، وقد بينت الدراسة بتقنية الفلورة المناعية التي تعتمد على حقن أجسام مضادة مفلورة التي ترتبط انتقائيا بمركبات غشائية ذات طبيعة بروتينية، فلوحظ أن التفلور يظهر على مستوى عناصر موافقة للعناصر "أ" من الوثيقة (2).

– عند حقن مادة α بنغاروتوكيسن (الهابنية فراغية مماثلة للبنية الفراغية للأستيل كولين) على مستوى المشبك C من التركيب التجريبي تبين أنها تشغل أماكن محددة على العناصر "أ" من الوثيقة (2).

– عند إعادة التجربة 3 من الوثيقة (1) في وجود هذه المادة ظهر على راسم الاهتزاز المهبطي(ج2) تسجيل مماثل للتسجيل المحصل عليه في التجربة 4.

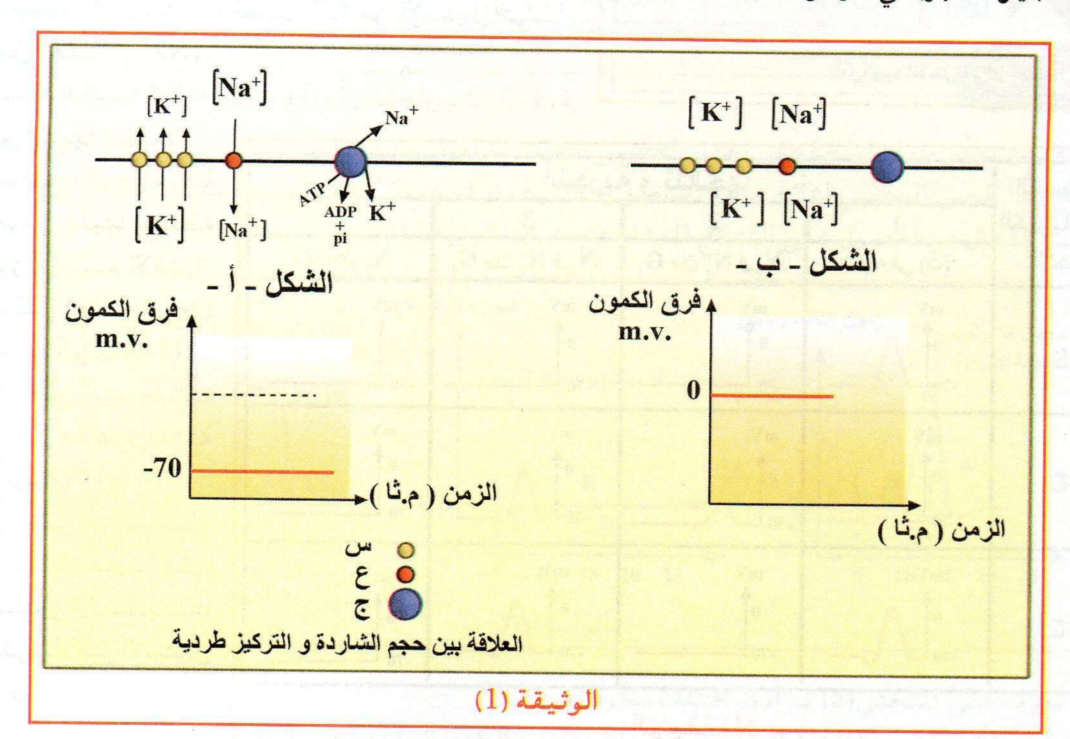
1 – تعرف على العناصر "أ" من الوثيقة (2) وحدد طبيعتها الكيميائية.
2 – كيف يمكنك تفسير النتائج المحصل عليها على مستوى الجهاز(ج2) في هذه الحالة؟
3 – استنتج طريقة تأثير الأستيل كولين على مستوى المشبك.

III – مما سبق وباستعمال معلوماتك حدد آلية انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك مدعما إجابتك برسم تخطيطي وظيفي.

تمرين 65

تلعب البروتينات دورا أساسيا في المحافظة على توازن العضوية وذلك بأدوارها المتنوعة في مختلف النشاطات الحيوية منها الاتصال العصبي.

I – تمثل الوثيقة (1) رسما تخطيطيا لتوزع شوارد Na^+ و K^+ على جانبي الغشاء الهيولي لليف عصبي مرفقا بالتسجيل الكهربائي الموافق.



الوثيقة (1)

الشكل "أ" عند ليف عصبي حي.
الشكل "ب" في نفس الليف بعد مدة من إضافة مادة مثبطة لإماهة الـ ATP.

1 – سم التسجيل أ من الوثيقة (1) ثم تعرف على الجزيئات الغشائية س، ع، ج.

2 – بمقارنة الشكلين أ ، ب استنتج مصدر الكمون المسجل في "أ".

3 – بين كيف تؤمن العناصر "ج" ثبات الكمون الغشائي الملاحظ في التسجيل "أ" من الوثيقة (1).

II – 1 – نُنبه ليفا عصبيا حيا تنبيها فعالا فنسجل منحنى الشكل (1) الموضح في الوثيقة (2) بينما جدول الشكل (2) يمثل عدد الجزيئات المفتوحة ق1. و ق2 في $1um^2$ من غشاء الليف العصبي أثناء تسجيل منحنى الشكل 1 من الوثيقة (2).

أ – سم التسجيل الملاحظ في الوثيقة (2) ثم تعرف على أهم أجزائه. ماذا تستنتج بمقارنة هذا التسجيل بالتسجيل "أ" من الوثيقة (1).

ب – ما هي المعلومات المستخرجة من جدول الشكل 2 مقارنة بمنحنى الشكل 1.

جـ – هل تسمح المعلومات المستخدمة بتحديد خاصية هذه الجزيئات مقارنة بالجزيئات س ، ع من الوثيقة (1) وضح؟

الشكل (1)

الوثيقة (2)

الشكل (2)

		الزمن (ms)										
		0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
عدد الجزيئات المفتوحة في μm^2 من الغشاء	جزيئات ق1	0	5	40	25	0	0	0	0	0	0	0
	جزيئات ق2	0	0	5	15	20	18	12	8	2	1	0

2 – لتحديد دور الجزيئات السابقة نعزل جزءا من غشاء ليف عصبي يحتوي على الجزيئات ق1، ق2 بتقنية Patch–Clamp ثم نفرض عليه كمونا ضمن شروط معينة. النتائج التجريبية وشروطها موضحة على الوثيقة (3).

الشكل أ

	الشروط التجريبية	النتائج المسجلة
التجربة 1	إضافة مادة TTX التي تعيق عمل القنوات ق1	كمون مفروض 0 / -80 ؛ تيار خارجي ؛ تيار داخلي ؛ 1PA
التجربة 2	إضافة مادة TEA التي تعيق عمل القنوات ق2	كمون مفروض 0 / -80 ؛ تيار خارجي ؛ تيار داخلي ؛ 1PA
التجربة 3	وسط خارجي عادي	كمون مفروض 0 / -80 ؛ تيار خارجي ؛ تيار داخلي ؛ 1PA

الشكل ب

الوثيقة (3)

أ – ما هي المعلومات المستخرجة بمقارنة تسجيل التجربة 3 بتسجيلي التجربتين 1 و2 على الوثيقة (3).

ب – بالاعتماد على جوابك السابق والشكل 2 من الوثيقة (2)، سم كل من الجزيئات ق1، ق2، ثم قدم تفسير لمنحنى الشكل 1 من الوثيقة (2).

تمرين 66

تلعب البروتينات دورا أساسيا في حياة العضوية منها الاتصال العصبي.

I – تمثل الوثيقة (1) تغيرات الكمون الغشائي وناقلية شوارد Na^+ وK^+ نتيجة تنبيه فعال لليف العصبي.

1 – اقترح فرضية تفسر بها تغير الكمون الغشائي.

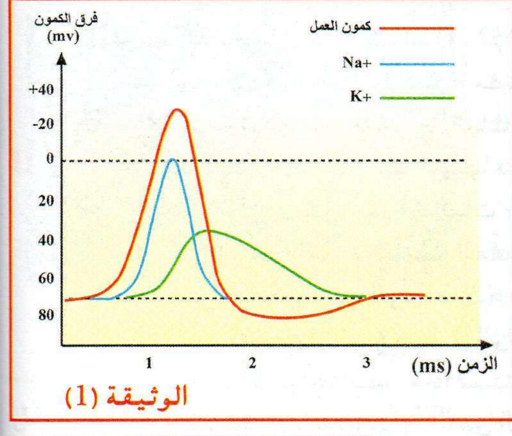
2 – للتأكد من الفرضية نقترح النشاط التالي :

– نقوم بتنبيه ليف عصبي ثم نقيس التركيز الداخلي لكل من شوارد Na^+ و K^+ في الشروط التالية :

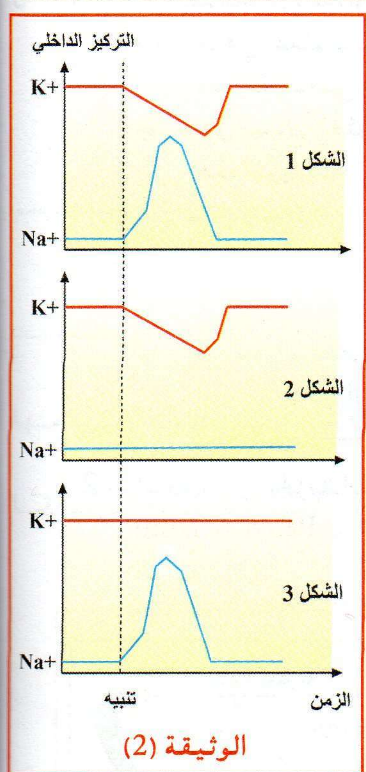
- ليف عصبي في الشروط العادية (الشكل 1، وثيقة (2)).
- نضيف مادة TDT بمقدار ضئيل للوسط الخارجي لليف العصبي (الشكل 2، وثيقة (2)).
- نحقن الليف العصبي بمادة TEA. النتائج ممثلة في (الشكل 3، وثيقة (2))

أ – استخرج تأثير كل من TEA ،TDT.

ب – هل تؤكد هذه النتائج الفرضية السابقة. وضح ذلك.

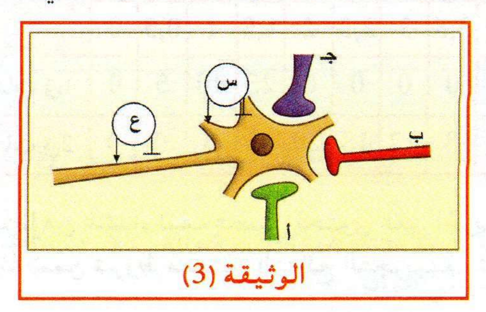


الوثيقة (1)



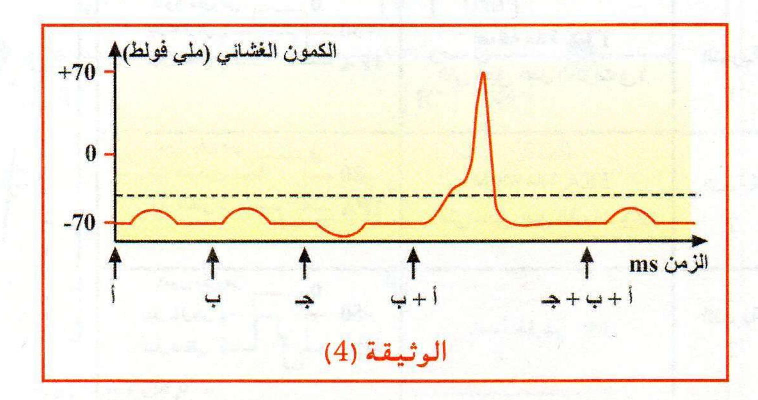
الوثيقة (2)

II – تمثل الوثيقة (3) رسما تخطيطيا لعصبون حركي من النخاع الشوكي متصل بألياف عصبية أ، ب، جـ من عقدة الجذر الخلفي لعصب شوكي.



الوثيقة (3)

– ننبه الليف العصبي (أ) ثم (ب)، (جـ)، (أ + ب)، (أ + ب + جـ). النتائج المتحصل عليها في جهاز الاوسيلوسكوب (س) ممثلة في الوثيقة (4).



الوثيقة (4)

1 – حلل بطريقة منهجية تسجيلات الوثيقة (4).

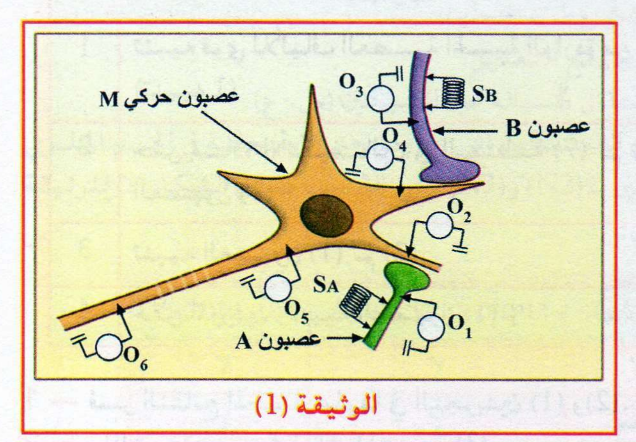
2 – ماذا يمكنك استنتاجه فيما يخص أنواع المشابك الكيميائية وعلاقتها بالوسائط الكيميائية ؟

3 – ما هي التسجيلات المتوقعة في راسم الاهتزاز المهبطي (ع)؟

4 – فسر نتائج التسجيل في الوثيقة (4) عند تنبيه (أ + ب)، (أ + ب + جـ).

5 – فسر بواسطة رسم تخطيطي ما يحدث في الغشاء بعد مشبكي عند تنبيه (ب).

تمرين 67



الوثيقة (1)

تمثل الوثيقة (1) رسما تخطيطيا لتركيب تجريبي أنجز على مستوى عصبون حركي (M) من القرن الأمامي للنخاع الشوكي.

- تنبيه العصبون A (SA) نحصل في O_5 على التسجيل 2a من الوثيقة (2)
- تنبيه العصبون B (SB) نحصل في O_5 على التسجيل 2b من الوثيقة (2)

فرق الكمون m.v. Millivolts — 2a — -65، -70، -65 — S_1 — 0 — Temps en ms

فرق الكمون m.v. Millivolts — 2b — -65، -70، -65 — S_2 — 0 — Temps en ms

الوثيقة (2)

1 - بين مع التعليل دون رسومات :

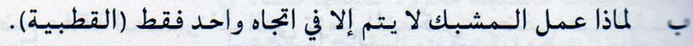
أ - الاستجابات المنتظرة في O_1، O_2 وO_6 نتيجة للتنبيه SA

ب - الاستجابات المنتظرة في O_3، O_4 وO_6، نتيجة للتنبيه SB

2 - ارسم باستعمال سلم الاستجابات المحصل عليها في O_2، O_5، وO_6 إثر أربع تنبيهات فعالة ومتقاربة على العصبون A.

3 - ما هي الاستجابة المسجلة في O_5 إذا نبهنا في نفس الوقت العصبونات A وB في آن واحد.

4 - أ - اشرح كيف يعمل المشبك الذي يوجد بين العصبونين B و M.



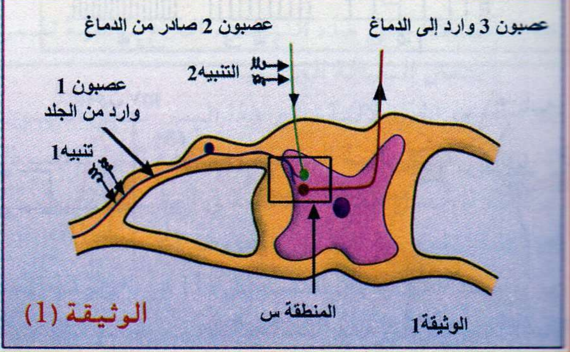
ب - لماذا عمل المشبك لا يتم إلا في اتجاه واحد فقط (القطبية).

جـ - كيف ستؤثر مادة (مشلة) التي تثبط انتقال الرسالة العصبية.

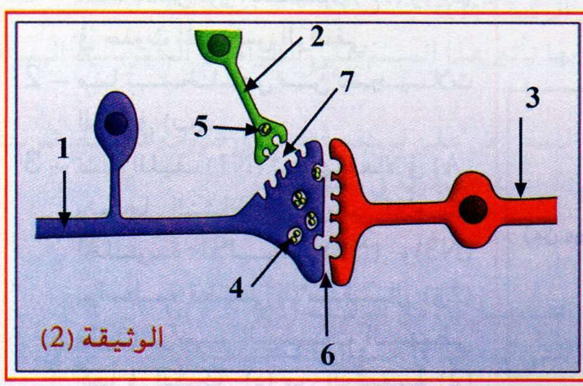
تمرين 68

تؤثر المخدرات على مستوى المشابك التي تلعب دورا هاما في إيصال الإحساسات التي يشعر بها الفرد إلى المراكز العصبية ولفهم طرق تأثير هذه المخدرات نقترح الدراسة التالية:

- تمثل الوثيقة (1) مقطع عرضي في النخاع الشوكي ويمثل العناصر المتدخلة في الإحساس بالألم
- الوثيقة (2) تبين تكبير للمنطقة (س) الممثلة في الوثيقة (1)
- جدول الوثيقة (3) يمثل نتائج تجريبية التي أجريت على قط.



الوثيقة (1)



الوثيقة (2)

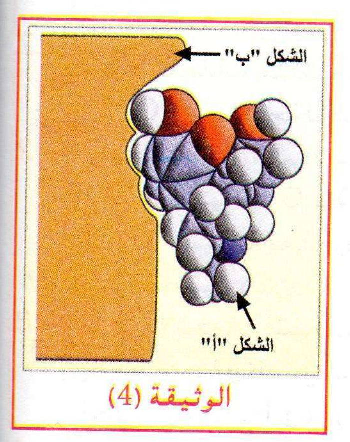
	التجارب	النتيجة	التحليل الكيميائي للمشابك
1	تنبيه قوي للألياف العصبية الحسية الواردة من الجلد (تنبيه 1)	صراخ القط	تناقص عدد العناصر (4) الحاوية على المادة (P)
2	حقن مادة الأنكيفالين في المنطقة (7) ثم تنبيه العصبون (1)	لم يصرخ القط	ثبات عدد العناصر (4)
3	تنبيه العصبون (1) ثم (2)	لم يصرخ القط	ثبات عدد العناصر (4)
4	حقن المورفين وتنبيه العصبون (1)	لم يصرخ القط	ثبات عدد العناصر (4)

الوثيقة (3)

1 — فسر النتائج المحصل عليها في التجربتين (1) و(2).
2 — ماذا تستنتج من تحليلك للتجربة (3).
3 — استنتج طريقة عمل مادتي الأنكيفالين والمادة (P).
4 — اعتمادا على ما توصلت إليه أكتب بيانات الوثيقة (2).
5 — من تحليل التجربة (4) قدم فرضية توضح بها دور مادة المورفين.
6 — وضح برسم تخطيطي وظيفي آلية عمل المشبك (6) و(7).

تمثل الوثيقة (4) شكل (أ) النموذج الجزيئي لجزيئة المورفين بينما الشكل (ب) يمثل مستقبلات بعد مشبكية للمشبك (7).

7 — ما هي المعلومة المستخرجة من هذه الوثيقة؟
8 — هل تؤكد هذه المعلومة فرضيتك السابقة؟ علل.

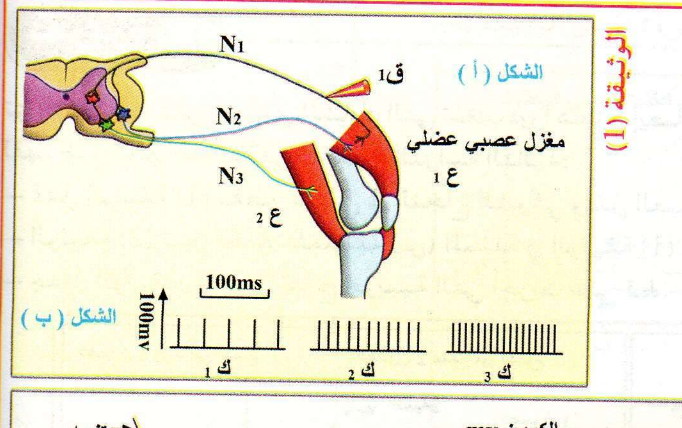


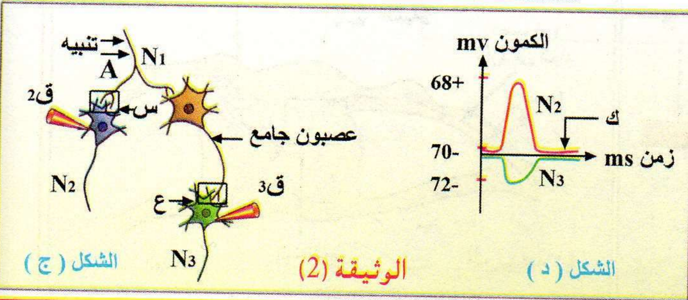
الوثيقة (4)

تمرين 69

نريد دراسة آلية حدوث المنعكس الرضفي لذلك نقوم بالأعمال التالية :

I — يمثل الشكل (أ) من الوثيقة (1) مخططا يوضح علاقة العصبونات التي تؤمن المنعكس الرضفي عند القط. تعريض العضلة (ع1) لتمددات وذلك بربطها بأثقال متزايدة الكتلة حيث ك1 < ك2 < ك3 .





نسجل تغيرات تواتر كمون العمل في (N1) عن طريق المستقبل (ق1) المتصل براسم الذبذبات المهبطي. النتائج المتحصل عليها ممثلة في الشكل (ب) من الوثيقة (1)، كما يلاحظ استجابة العضلة (ع1) بالتقلص عند تعريضها للتمدد باستخدام الأثقال (ك2، ك3).

1 — استخلص دور العضلتين (ع1) و(ع2) في حدوث المنعكس الرضفي.

2 — ما تستخلص من تسجيلات الشكل (ب).

3 — ننبه الليف (N1) تنبيها فعالا في (A) ونسجل النشاط الكهربائي للأجسام الخلوية للألياف (N2) و(N3) بواسطة قطبي الاستقبال (ق2) و(ق3) لراسم الذبذبات المهبطي كما في الشكل (د) من الوثيقة (2)

والتسجيلات ممثلة في الشكل (د) من الوثيقة (2).

أ – سمي الظاهرة (ك) الموضحة في الشكل (د) وبين شروط تسجيلها.

ب – ما نوع المشبكين (س،ع) الممثلان في الشكل (د) مع التعليل.

جـ – وضح برسم تخطيطي عليه البيانات آلية انتقال السيالة عبر المشبكين (س، ع).

د – باستعمال قطارة مجهرية نحقن مواد مختلفة في المشبكين (س،ع) ونسجل الاستجابة في الجسم الخلوي بواسطة قطبي الاستقبال (ق2) أو (ق3) المتصلين بـ (N2) و(N3) على الترتيب كما في الشكل (د) للوثيقة (2). النتائج المسجلة موضحة في الجدول التالي:

المواد المحقونة		Aspartate	GABA	Acide valproique	Picrotoxine
الاستجابة في	N_2	نعم	لا	لا	لا
	N_3	لا	نعم	لا	لا
الاستجابة بعد التنبيه في (A) من (N1)			N_2	لا	نعم
			N_3	نعم	لا

α – ما هو دور الأسبارتات (Aspartate) والـ (GABA) علما أنهما وسيطان كيميائيان ينتجان طبيعيا في العضوية؟

β – اقترح فرضية لتفسير عمل حمض الفالبرويك (Acide valproique) والبكروتوكسين (Picrotoxine).

III – من خلال ما سبق، اشرح ماذا يحدث إذا تعرضت العضلة (ع1) لقوى الشد؟

تمرين 70

من أجل التعرف على دور البروتينات المتدخلة في النقل العصبي وآلية تأثير نوع خاص من السموم التي تفرزها العقارب على هذه البروتينات نقترح ما يلي:

1 – تنبه ليفا عصبيا معزولا تنبيها فعالا في غياب السم وفي وجوده. النتائج المحصل عليها ملخصة في التسجيلين (أ)، (ب) للوثيقة (1).

تسجيل (ب) : في وجود السم — تسجيل (أ) : ظروف عادية

الوثيقة (1)

أ – حلل منحنى التسجيل (أ) من الوثيقة (1).

ب – ماذا تستنتج؟

جـ – مثل برسم تخطيطي ليف عصبي تظهر فيه توزع الشحنات الكهربائية على جانبي الغشاء على مستوى النقاط المشار إليها بالأحرف (d ،c ،b ،a).

د – ماذا تستنتج من مقارنة المنحنيين (أ)، (ب) من الوثيقة (1)؟

هـ – اعتمادا على هذه النتائج، اقترح فرضية تفسر بها تأثير هذا السم على الظواهر الكهربائية الموافقة لانتقال السيالة العصبية.

2 – قصد الفهم الجيد لآلية تأثير هذا السم، نطبق الكمون المفروض على ليف عصبي في ظروف عادية، ثم نتتبع التيارات الكهربائية الداخلة والخارجة التي تعقب ذلك، نعيد التجربة في وجود السم.

النتائج المحصل عليها ملخصة في الوثيقة (2).

أ – استنتج قيمة الكمون المفروض.

ب – حدد العلاقة بين التسجيل (1) من الوثيقة (2) والتسجيل (أ) من الوثيقة (1).

جـ – هل تتوافق هذه النتائج التجريبية مع الفرضية التي قدمتها في السؤال 1 – هـ. علل.

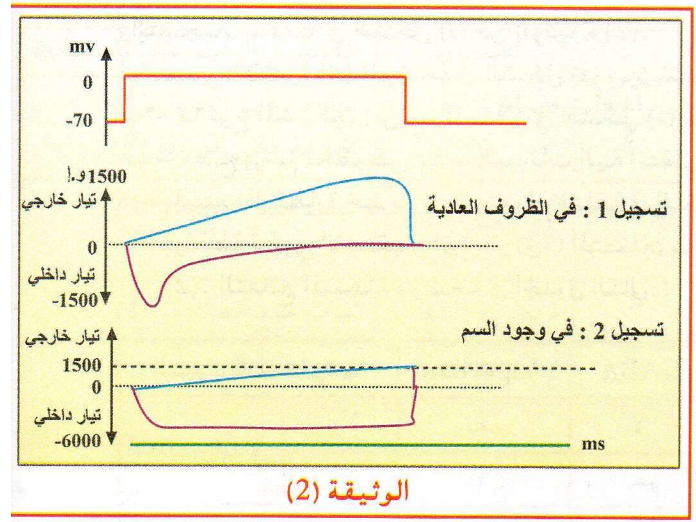
3 – على مستوى غشاء الليف العصبي توجد قنوات لا تسمح بمرور إلا نوعا واحد من الشوارد. باستعمال تقنية Patch–clamp نعزل أجزاء صغيرة من غشاء الليف تتضمن قناة واحدة ونفرض عليها الكمون السابق ونتتبع التيارات الداخلية والخارجية في غياب السم وفي وجوده.

النتائج المحصل عليها مبينة في الوثيقة (3).

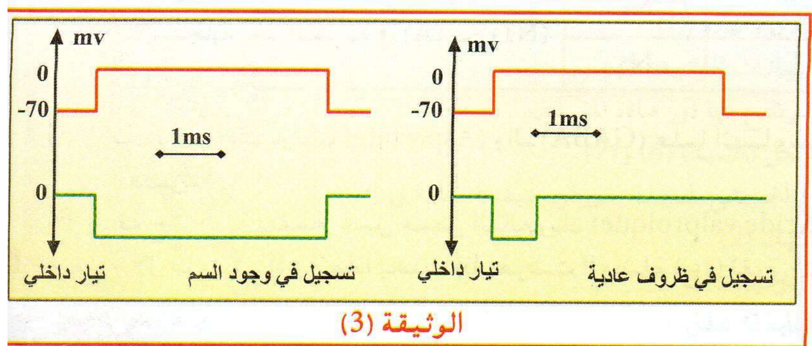
أ – ما نوع القنوات المستعملة في هذه التجربة؟ علل.

ب – قارن بين المنحنيين. ماذا تستنتج؟

جـ – انطلاقا من الوثائق المقدمة ومعلوماتك لخص آلية تأثير هذا السم على البروتينات الخاصة بالنقل العصبي.



الوثيقة (2)

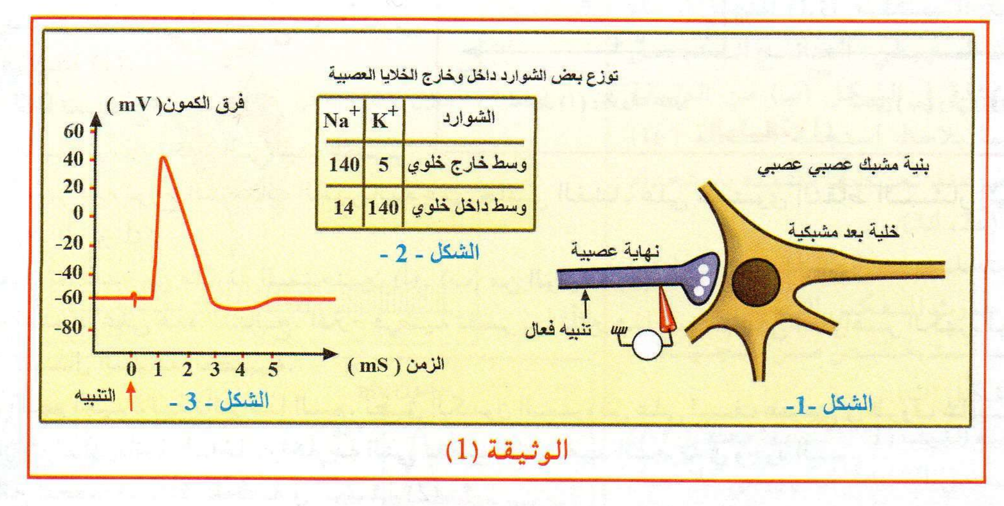


الوثيقة (3)

تمرين 71

1 – يتجلى كمون العمل في تغيرات قصيرة المدى للاستقطاب الغشائي في نقطة من العصبون، نبحث عن الظواهـ الأيونية التي هي أساس كمون العمل.

يبين الشكل 1 من الوثيقة (1) تمفصلا عصبيا، ويبين الشكل 2 التوزيع الأيوني لشوارد Na^+ وK^+ للأوساط خار خلوية وداخل المحور عملاق للكالمار (ميلي مول/لتر). ويبين الشكل 3 تغيرات الكمون الغشائي العصبي أث تنبيه فعال.



الشوارد	K^+	Na^+
وسط خارج خلوي	5	140
وسط داخل خلوي	140	14

الوثيقة (1)

أ – سم المنحنى المسجل في الوثيقة (1) بعد إحداث التنبيه الفعال.

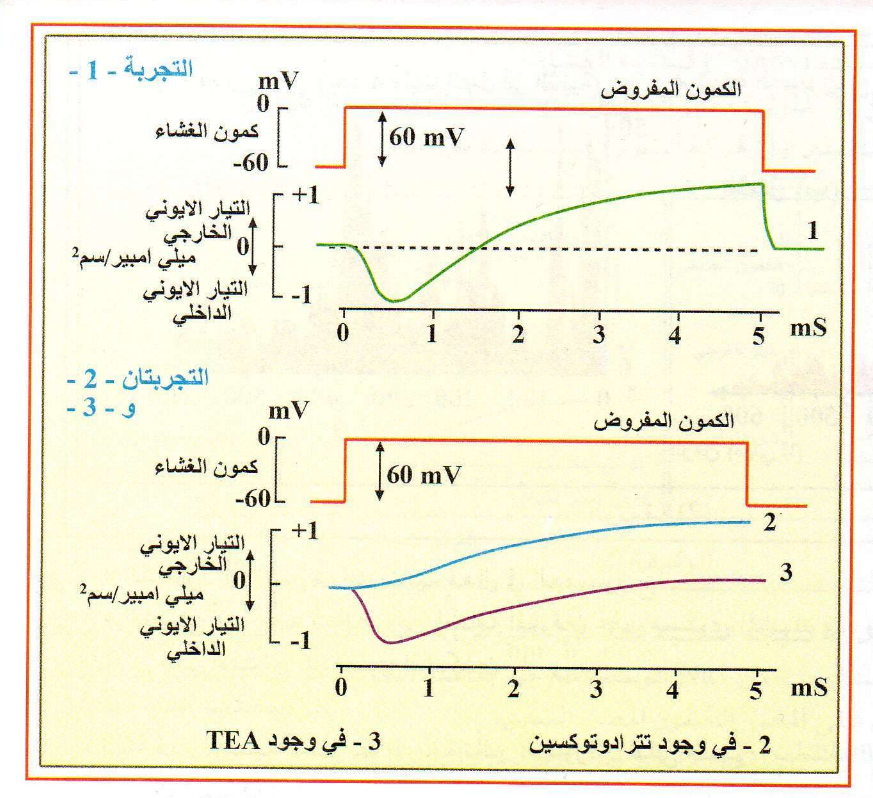
ب – ما هي الإشكالية التي تطرحها بنية المشبك فيما يخص انتشار السيالة العصبية؟

جـ – ما هي الإشكالية التي يطرحها جدول قياسات الأيونات داخل وخارج الخلية؟



2 – **تجربة 1:** سمح فرض كمون ذو مدة وقيمة ملائمتين على غشاء المحور العملاق للكالمار وقياس قيمة التيارات الأيونية التي تجتاز غشاء العصبون بالحصول على النتائج المبنية بالتسجيل 1.

تجربة 2: التيترودوكسين سم مستخلص من بعض أعضاء سمك الترودون. يوقف آلية نفاذية الصوديوم إلى المحور العملاق للكالمار. عند تطبيق هذا السم خارج الخلية، ومقدار الكمون المفروض هو 0 ميلي فولط (mv)، نتحصل النتائج المبينة بالتسجيل 2.



تجربة 3: رباعي أثيل أمونيوم (TEA) مركب يوقف انتقائيا نفاذية أيونات K^+. عند تطبيق هذا السم داخل المحور العصبي العملاق للكالمار، ومقدار الكمون المفروض هو 0 ميلي فولط (mv)، نتحصل على نتائج التسجيل 3.

أ – حلل نتائج التسجيل 1.

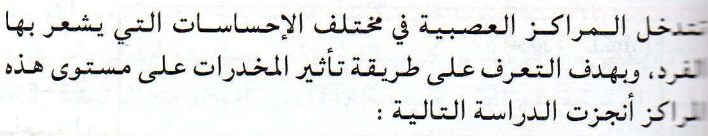
ب – ما هي المعلومات المستخرجة من مقارنة التسجيلين 2 و 3 مع التسجيل 1.

جـ – إذا علمت أن التيارات المسجلة تتم عبر قنوات غشائية فولطية وأنها سبب تغيرات كمون الأغشية العصبية قبل المشبكية أثناء أي تنبيه فعال.

جـ$_1$ – علل هذه التسمية

جـ$_2$ – حدد مسؤولية كل تيار في نشوء كمون العمل المسجل في الوثيقة (1).

د – حدد إذا مسؤولية نشوء الكمون المسجل (60– mv) قبل إحداث التنبيه. علل إجابتك.



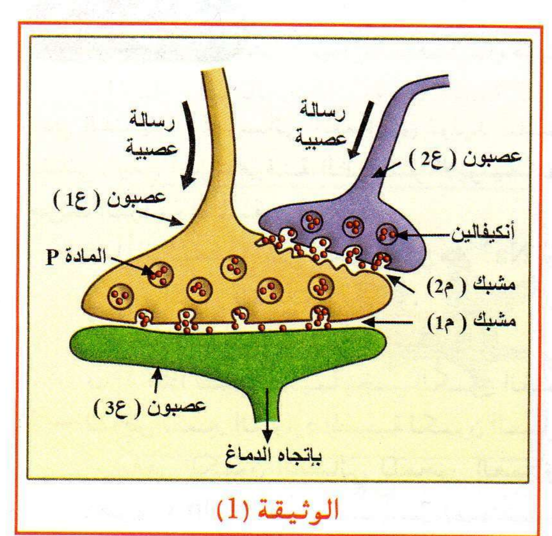
تمرين 72

تتدخل المراكز العصبية في مختلف الإحساسات التي يشعر بها الفرد، وبهدف التعرف على طريقة تأثير المخدرات على مستوى هذه المراكز أنجزت الدراسة التالية :

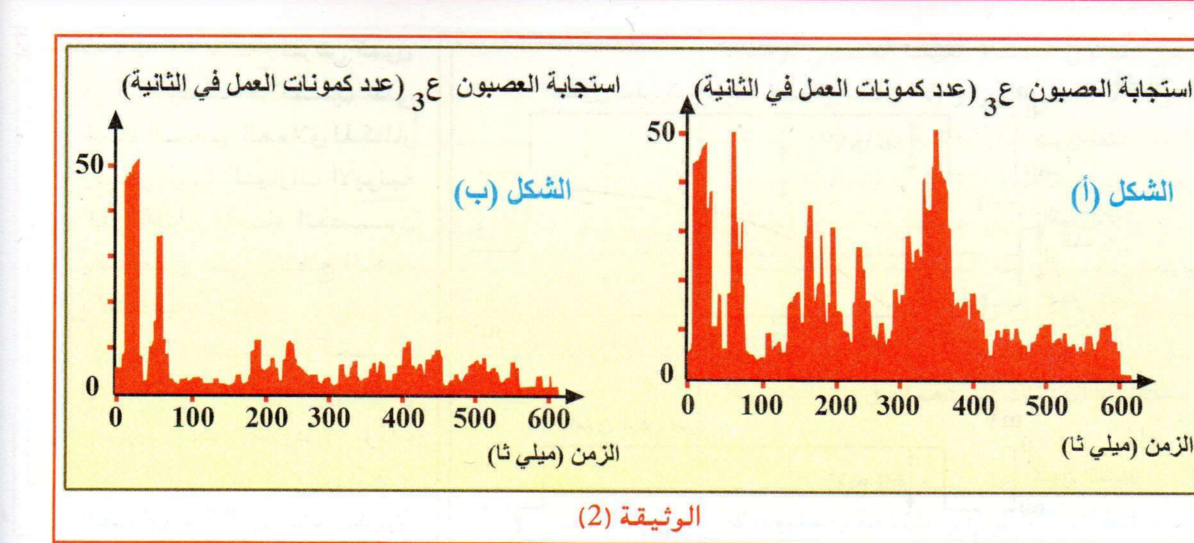
I – تمثل الوثيقة (1) العلاقة البنيوية والوظيفية لسلسلة عصبونات تتدخل في نقل الألم موجود على مستوى القرن الخلفي للنخاع الشوكي، حيث :

- العصبون ع1: عصبون حسي.
- العصبون ع2: عصبون جامع.
- العصبون ع3 : العصبون الناقل للألم باتجاه الدماغ.

– تمثل الوثيقة (2) نتائج تواتر كمونات عمل على مستوى العصبون ع3 حيث تم الحصول على :



الوثيقة (1)



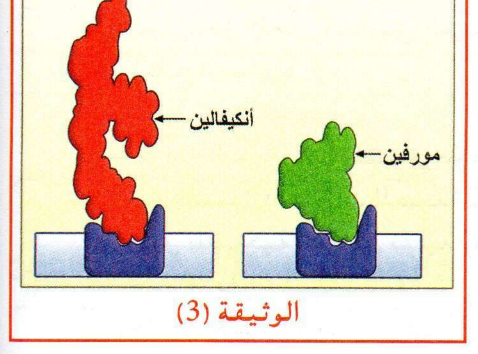
الوثيقة (2)

- الشكل "أ" بعد إحداث تنبيه فعال في العصبون ع1.
- الشمل "ب" بعد 5 دقائق من إضافة المورفين على مستوى المشبك م2، وإحداث تنبيه فعال في العصبون ع1.

1 – حلل النتائج الممثلة في الشكلين "أ" و"ب".

2 – ماذا تستخلص؟

3 – قدم فرضية تفسر بها طريقة تأثير المورفين على مستوى سلسلة العصبونات المبنية في الشكل"أ" من الوثيقة (2).



الوثيقة (3)

II – للتحقق من الفرضية السابقة نقترح ما يلي:

1 – نتائج تجريبية :

- أدى تنبيه كهربائي فعال في العصبون ع1 إلى الإحساس بالألم من جهة، وظهور كثيف للمادة P في المشبك م1 من جهة أخرى.
- عند إحداث تنبيه كهربائي فعال في كل من العصبون ع2 والعصبون ع1 لم يتم الإحساس بالألم وبالمقابل سجل وجود مادة الأنكيفالين في المشبك م2 بتركيز كبير.

– كيف تفسر هذه النتائج؟

2 – تمثل الوثيقة (3) البنية الفراغية لكل من المورفين والانكيفالين وطريقة ارتباطهما بالغشاء بعد المشبكي للعصبون ع1. حلل هذه الوثيقة.

3 – هل تسمح لك كل من النتائج التجريبية والوثيقة (3) بالتحقق من الفرضية المقترحة سابقا؟ علل إجابتك.

تمرين 73

يؤدي التنبيه الكهربائي الفعال إلى توليد كمون عمل غشائي، ومن أجل معرفة الظواهر الأيونية المصاحبة له أجريت الدراسة التالية :

1 – تمثل الوثيقة (1) توزع شوارد كل من Na^+ وK^+ داخل وخارج المحور العملاق للكالمار.

أ – حلل النتائج الممثلة بالوثيقة (1).

ب – ماذا تستنتج فيما يخص الكمون الغشائي؟

2 – لغرض تفسير الشوارد المسببة لكمون العمل إليك :

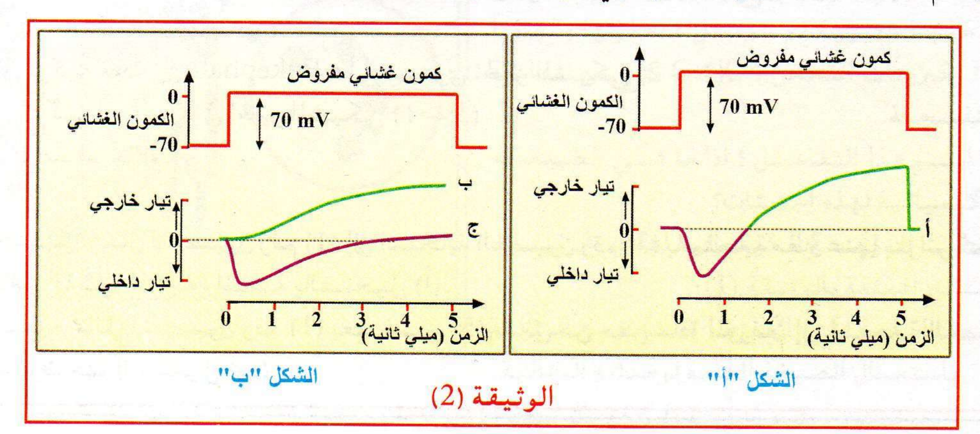
– يقدر الكمون الغشائي للمحور العملاق للكالمار بحوالي $-70mv$.

التركيز ($Mm.L^{-1}$)

	الوسط خارج خلوي	الوسط داخل خلوي
Na^+	~380	~50
K^+	~60	~420

الوثيقة (1)

– يفرض(يطبق) كمون معدل قيمته ($70mv^+$) فيتنبه الغشاء.
– يبين التسجيل (أ) من الشكل "أ" للوثيقة (2) التيارات الأيونية الناتجة عن ذلك التنبيه.
• ماذا يقدم لك هذا التسجيل كتفسير أولي لحركة الشوارد المسببة لكمون العمل؟



الوثيقة (2)

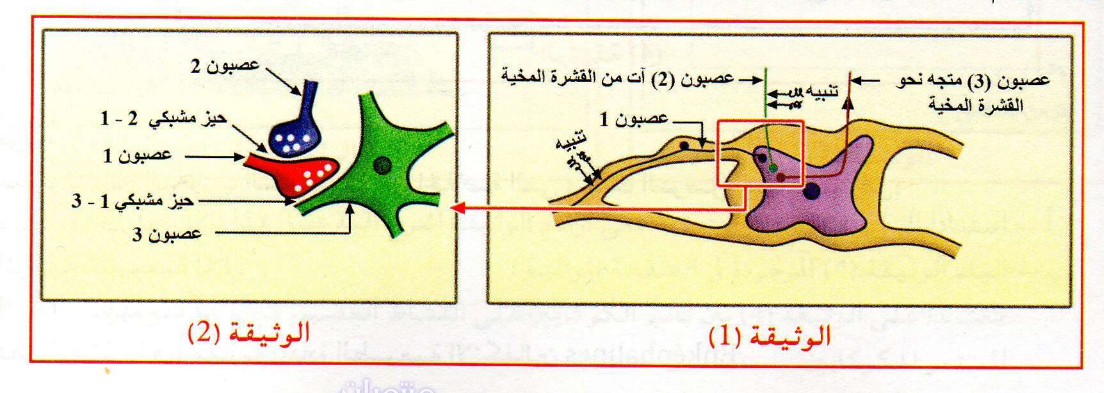
3 — من أجل تحديد نوع الشوارد المتحركة نتيجة التنبيه (الكمون المفروض)، جعل الغشاء الهيولي فاصلا بين وسطين متساويي التركيز لـ Na^+ واستبدل جزء من Na^+ الوسط الخارجي بقاعدة الكولين موجبة الشحنة (هذه الأخيرة غير نفوذة عبر الغشاء)، ثم طبق على المحور الكمون المعدل السابق.
يبين التسجيل (ب) من الشكل "ب" للوثيقة (2) النتيجة المحصل عليها.
أ – قارن بين التسجيلين (أ، ب).
ب – ماذا يمكنك استنتاجه؟

4 — أعيدت نفس التجربة السابقة ولكن باستبدال شوارد داخل خلوي بالكولين بحيث يصبح تركيزها داخل المحور وخارجه متساويا، فتم الحصول على التسجيل (ج) من الشكل "ب" للوثيقة (2).
• من التحليل المقارن للتسجيلين (أ، ج) ما هي المعلومة الإضافية التي يمكنك استخراجها؟

5 — مما سبق وبالاستعانة بمعلوماتك أجب عن الأسئلة التالية:
أ – لماذا تم تعويض شوارد Na^+ و K^+ بالكولين؟
ب – ما هي الظواهر الأيونية المصاحبة لكمون العمل؟
جـ – ما هو التسجيل الذي يمكن الحصول عليه عند استبدال كامل لـ Na^+ الخارجي بالكولين؟ وضح إجابتك.
د – هل نتحصل على كمون عمل عند تعويض K^+ بالكولين؟ وضح إجابتك.

تمرين 74

الإحساس بالألم يتطلب تدخل سلاسل عصبونية متعددة، ومراكز عصبية ولدراسة بعض آليات انتقال سيالات الإحساس بالألم وبعض مظاهره البيوكيميائية، نقوم بسلسلة تجارب باستعمال التركيب التجريبي المبين بالوثيقة رقم (1).
وتمثل الوثيقة رقم (2) منظرا مكبرا للجزء المؤطر من الوثيقة (1).



الوثيقة (1) الوثيقة (2)



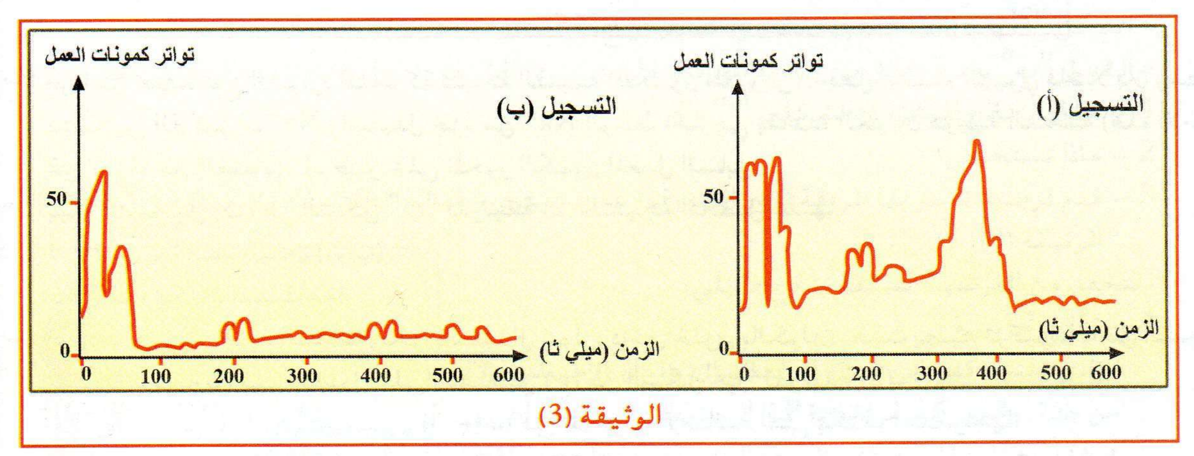
تجربة 1 : إن التنبيه الكهربائي للألياف العصبية الحسية رقم (1) يولد إحساسا بالألم وأظهر التحليل الكيميائي الدقيق لسائل الحيز المشبكي (1، 3) بعد التنبيه ارتفاع تركيز مادة كيميائية (س).

تجربة 2 : أدى التنبيه الكهربائي للعصبون رقم (2) الصادر من منطقة مخية والمتبوع بإحداث تنبيهات فعالة للعصبون رقم (1) إلى:

- زيادة في تركيز مادة Enképhalines على مستوى الحيز المشبكي (2 – 1).
- نقصان تركيز المادة (س) في الحيز المشبكي (1 – 3).
- فقدان الإحساس بالألم.

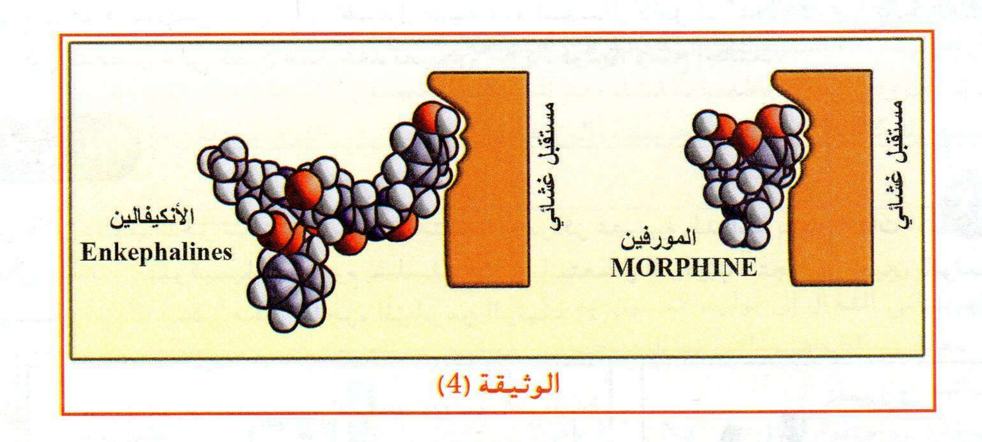
تجربة 3 :

- أدى التنبيه الفعال للعصبون رقم (1) إلى استجابة العصبون رقم (3) باستجابة معبر عنها بتواتر كمونات العمل المرسلة نحو القشرة المخية والمبنية بالتسجيل (أ).
- وأدى تنبيه مماثل للعصبون رقم (1) بعد خمس (5) دقائق من حقن مادة المورفين إلى استجابة العصبون رقم (3) باستجابة يوضحها التسجيل (ب).



الوثيقة (3)

تجربة 4 : تقدم الوثيقة رقم (3) تصورا للرابطة الجزيئية للـ Enkephalines والمورفين مع نفس المستقبل الغشائي للغشاء بعد مشبكي.



الوثيقة (4)

المطلوب:

بعد تحليلك لنتائج التجارب السابقة، ما هي الخلاصة التي يمكنك التوصل إليها بخصوص:

1 — مصدر الإحساس بالألم.
2 — المراقبة الطبيعية للألم.
3 — المراقبة الطبية للألم.
4 — نمط تأثير المورفين: مقارنة بالمادة الطبيعية الانكفالين Enképhalines.

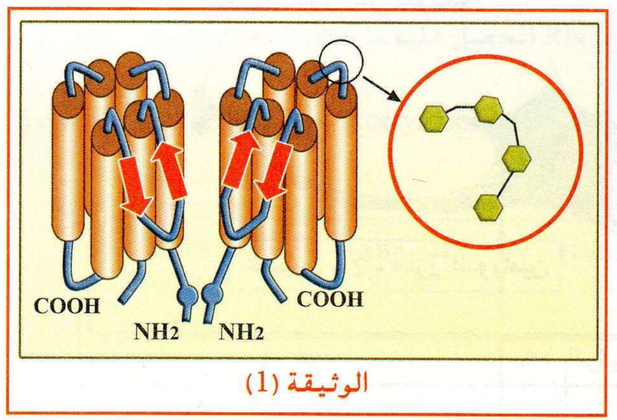


تمرين 75

I – بتقنية خاصة تم عزل وتنقية بعض الجزيئات من اغشية خلايا عصبية ثم عومل محلولها بالصودا NaOH وكبريتات النحاس CuSO4 نتج عن المعاملة حلقة بنفسجية.

1 – ما اسم هذا التفاعل ؟ اذا ما هي الطبيعة الكيميائية لهذه الجزيئات؟

2 – أعطيت الدراسة الكيميائية لتلك الجزيئات النتائج الممثلة بالوثيقة (1):



الوثيقة (1)

أ – مثل بنية الجزء المؤطر المكبر من الوثيقة باستعمال الصيغة العامة لوحداته البنائية.

ب – تعرف على بنية الجزيئة الممثلة بالوثيقة (1) علل اجابتك.

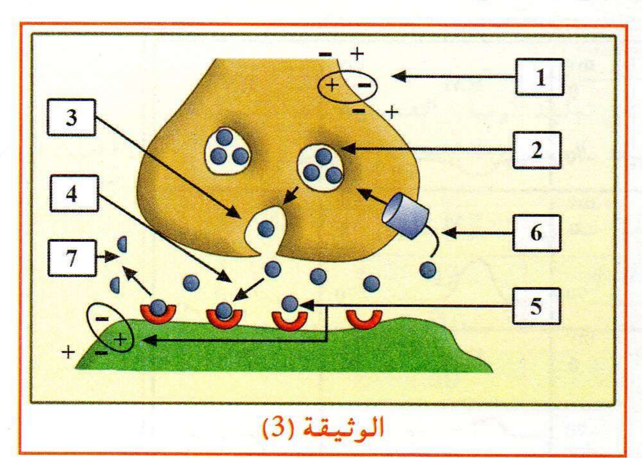
جـ – إذا علمت أن الجزيئة المعنية في هذه الدراسة هي إحدى القنوات الفولطية الخاصة بالبوتاسيوم، اقترح فرضية تبرر بها علاقة بنية هذه الجزيئة بالوظيفة التي تقوم بها.

II – تلعب الجزيئات السابقة دورا اساسيا في انتقال المعلومات العصبية سواء على طول الليف العصبي أو المشابك يرافقها تفاعل الكثير من الجزيئات الطبيعية أو الاصطناعية مع تلك البروتينات خاصة على مستوى المشابك مما يؤثرعلى انتقال المعلومات العصبية في هذا المستوى، وينتج عن التعاطي المستمر لهذه الجزيئات السقوط في مصيدة بيولوجية وهي الإدمان. من أخطر هذه الجزيئات الطبيعية الكوكايين والمورفين التي تؤثر على للعصبونات المتواجدة على مستوى المخ والتي عند تنبيهها تفرز مبلغ كيميائي معروف بالدوبامين Dop – mine فينتاب الشخص حالة من الراحة النفسية والمتعة، تعرف هذه السلسلة من العصبونات بنظام المكافاة .

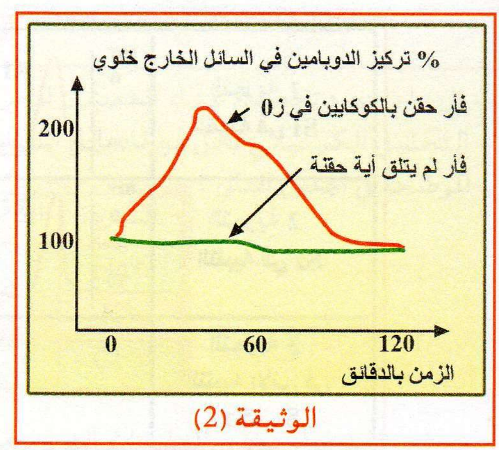
1 – قصد معرفة آلية تأثير المخدرات مثل الكوكايين على النقل المشبكي وبالتالي على النشاط العصبي تم إدخال الكترود مجهري في منطقة معينة من مخ الفأر متصل بنظام لتتبع تغيرات تركيز الدوبامين في السائل المحيط بالعصبونات، نتائج التجربة المنجزة ممثلة في الوثيقة (2).

حلل الوثيقة (2). ما هي المعلومة المستخرجة فيما يخص تأثير المخدر؟

2 – تبين الوثيقة (3) مخطط آلية عمل مشبك يعمل بالدوبامين.



الوثيقة (3)

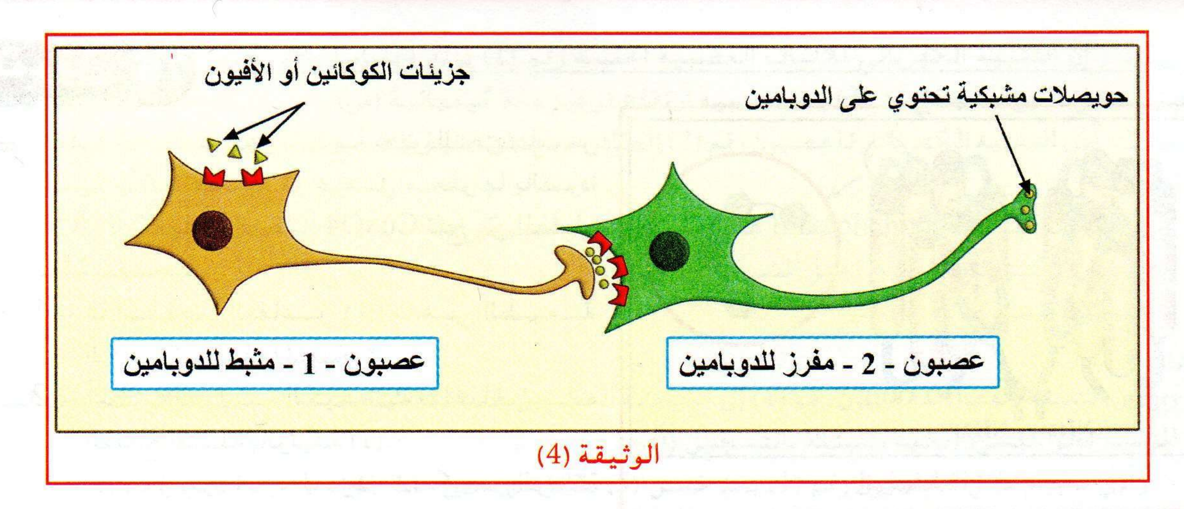


الوثيقة (2)

أ – استنادا إلى الوثيقة (3) واعتما دا على أرقام الوثيقة اشرح آلية عمل هذا المشبك .

ب – اليك الوثيقة (4) الموجودة في الصفحة الموالية :

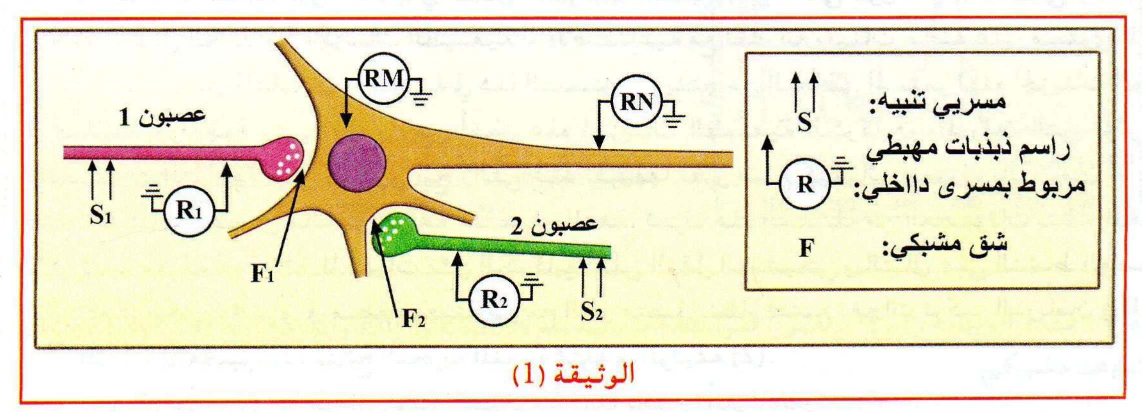
معتمدا على الوثيقة (4) بين تأثير الكوكايين على النشاط العصبي مبرزا في نفس الوقت خطر التناول المستمر للكوكايين.



الوثيقة (4)

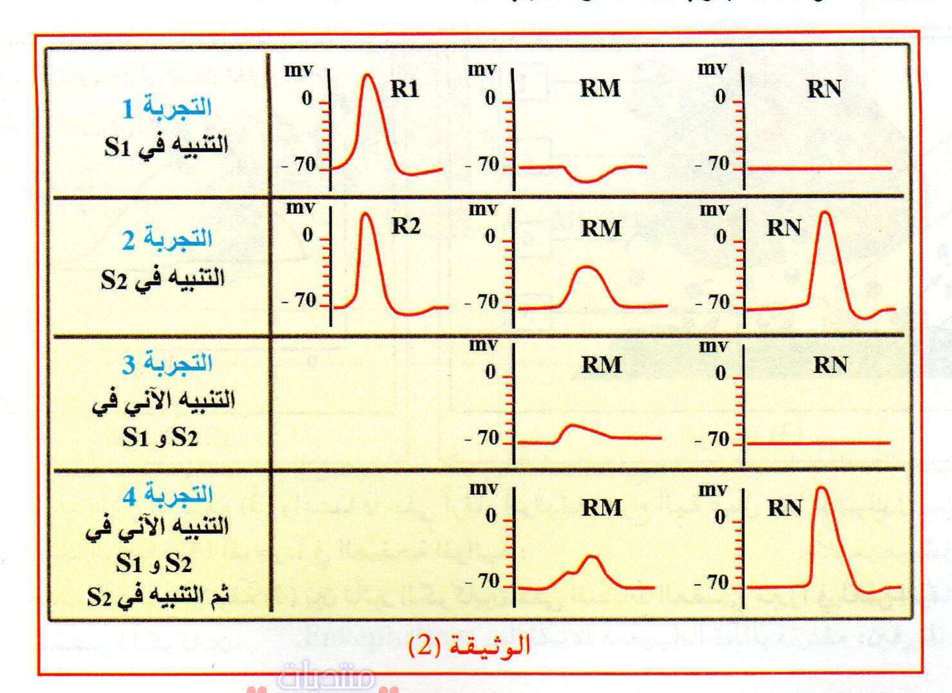
تمرين 76

للتعرف على بعض مظاهر النشاط العصبي لحيوان وعلاقة ذلك بالبروتينات الغشائية للخلايا العصبية أنجزنا التركيب التجريبي الموضح بالوثيقة (1)، قمنا بإنجاز تجارب على مستوى عصبونات محركة من النخاع الشوكي للحيوان.



الوثيقة (1)

أ – أما الوثيقة (2) فتمثل ثلاثة تجارب مختلفة ونتائجها :



الوثيقة (2)

1 – قارن بين التسجيلات المحصل عليها في كل من التجربتين 1 و 2.

2 – حدد طبيعة المشبكين F1 و F2 مع التعليل.

3 – فسر التسجيلين في المحور الاسطواني للعصبون المحرك RN المحصل عليهما خلال التجارب 3، 4؟

ب – ولفهم آلية عمل المشبكين السابقين أنجزت تجارب اخرى:

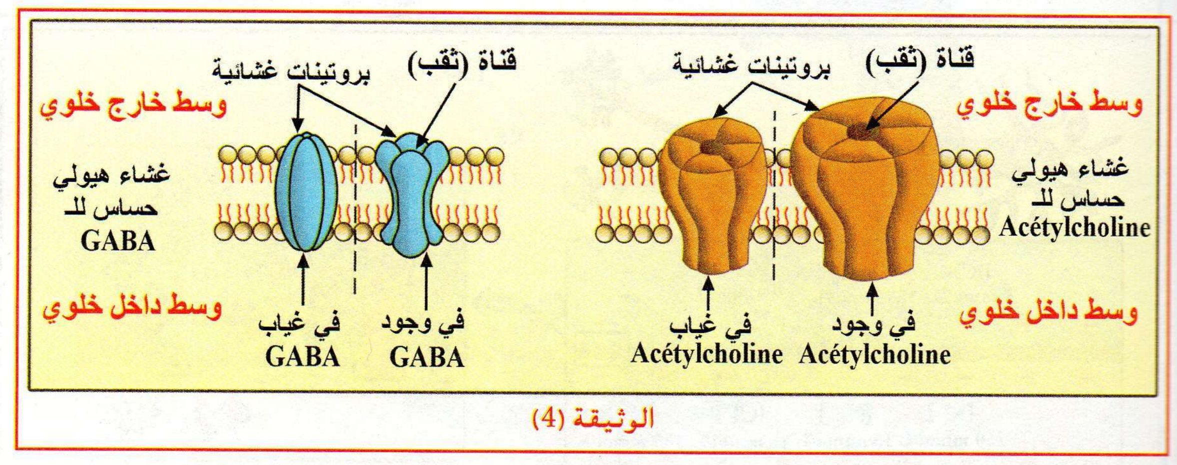
1 – بواسطة قطارة مجهرية تم حقن قطـرة من الـGABA أو الـ Acetylcholine على مستوى F1 و F2 وذلك في غياب أي تنبيه، النتائج المحصل عيلها ممثلة في الوثيقة (3).

المادة المحقونة في المشبك	حقن GABA في F1	حقن GABA في F2	حقن Acétylcholine في F1	حقن Acétylcholine في F2
التسجيلات في RM	mv 70	mv 70	mv 70	mv 70

الوثيقة (3)

ما هي المعلومات التي يمكنك التوصل إليها من تحليلك للنتائج المسجلة؟

2 – الدراسة الدقيقة لغشاء العصبون المحرك مكنتنا من وضع الوثيقة (4).



الوثيقة (4)

– إلى ما ذا يعود تخصص غشاء العصبون المحرك في توليد الرسالة العصبية بعد المشبكية؟

3 – التحليل الكيميائي لكل من للسائل المحيط بالعصبون المحرك وهيولته في حالة الراحة، أعطت النتائج الموضحة في الجدول التالي :

الشاردة	الداخل خلوي	الخارج خلوي
Na^+	440	49
K^+	22	410
Cl^-	560	40

من قيم الجدول استخرج المعلومات التي تتعلق بخصائص عمل غشاء العصبون الحركي؟

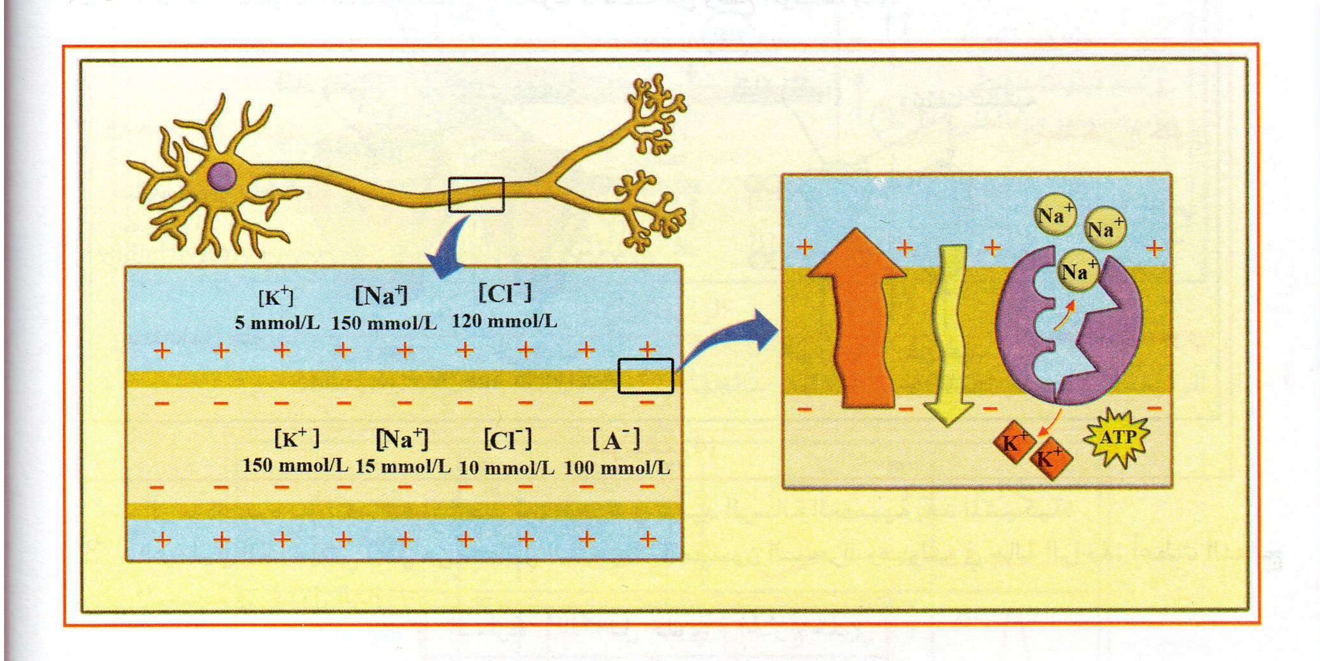
جـ – استنادا إلى المعلومات المستخرجة من هذه الدراسة ومعلوماتك بين بوساطة نص علمي العمل المتخصص للبروتينات في النشاط العصبي المدروس.

كمون الراحــة

يكون غشاء العصبون اثناء الراحة مستقطبا وسببه هو التوزع المتباين للشوارد على جانبي الغشاء.
دور البروتينات الغشائية في المحافظة على كمون الراحة :

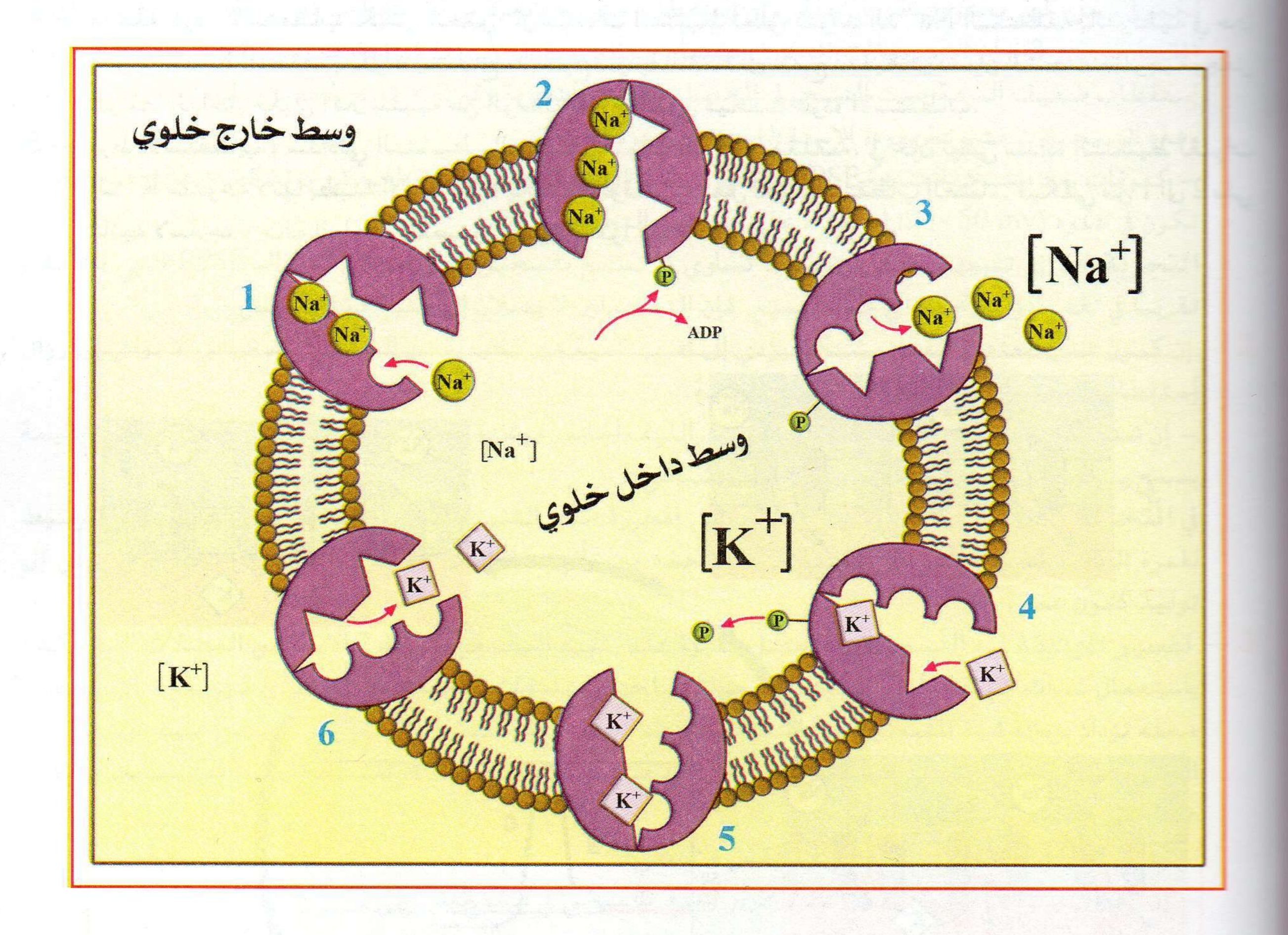
– **تمتاز قنوات تسرب الـ Na^+ والـ K^+ بما يلي :**
- ذات طبيعة بروتينية.
- تخترق الغشاء الهيولي.
- مفتوحة باستمرار.
- تنقل الشوارد حسب تدرج التركيز،هناك قنوات خاصة بنقل الـ K^+ نحو الخارج وأخرى خاصة بنقل الـ Na^+ نحو الداخل.

– **تمتاز المضخة بما يلي :**
- بروتين ضمني كبير يحتوي نشاط انزيمي من نوع الـ ATPase.
- يحافظ على ثبات كمون الراحة بطرح 3 Na^+ نحو الخارج وحقن 2 K^+ نحو الداخل عكس تدرج التركيز.
- تستهلك طاقة على شكل ATP .
- تتغير البنية الفراغية للمضخة اثناء العمل بحيث تصبح مفتوحة باتجاه الداخل أو الخارج.



عمل المضخـــة

1 — ارتباط الـ Na^+ بالمضخة المنفتحة نحو الداخل.
2 — فسفرة المضخة بالـ ATP يتسبب في تغييرشكل المضخة.
3 — نتيجة تغيير شكل المضخة ،تصبح منفتحة باتجاه الخارج فتحررالـ Na^+ وتسمح بتثبيت الـ K^+.
4 — ارتباط الـ K^+ يتسبب في فقد مجموعة الفوسفات.
5 — فقد مجموعة الفوسفات تعيد لبروتين المضخة شكله الاصلي فيصبح منفتحا باتجاه الداخل.
6 — اعادة الشكل الاصلي يسمح بتحرر الـ K^+ وتصبح جاهزا للارتباط بالـ Na^+ وهكذا.





دور القنوات المرتبطة بالفولطية في كمون العمل

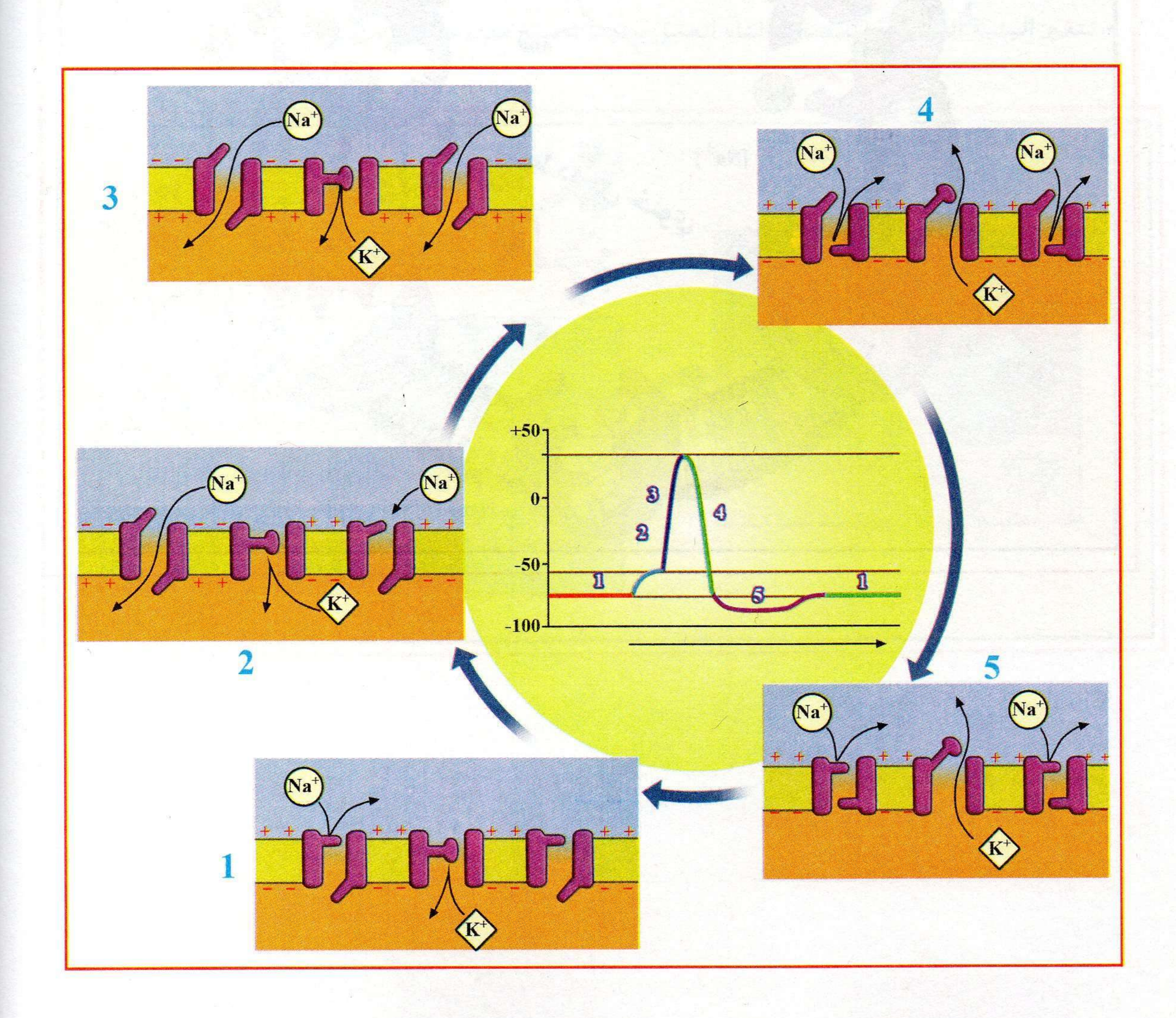
1 — حالة الراحة : قنوات الـ Na^+ وقنوات الـ K^+ المرتبطتان بالفولطية مغلقة. إن كمون الراحة للغشاء مستقر عند 70— ملي فولط .

2 — عتبة التنبيه : إن التنبيه يعمل على فتح بعض قنوات الـ Na^+ المرتبطة بالفولطية، إذا كان دخول الـ Na^+ يرفع الكمون الى غاية عتبة التنبيه فقنوات اخرى للـ Na^+ تنفتح مولدة كمون عمل.

3 — مرحلة زوال وانعكاس الاستقطاب لكمون العمل : ان سدادة التنشيط لقنوات الـ Na^+ مفتوحة، بينما تلك الخاصة بقنوات الـ K^+ تبقى مغلقة.ان شوارد الـ Na^+ تتدفق الى داخل الخلية فيصبح الوسط الداخل خلوي مشحونا بالموجب فيحدث زوال وانعكاس الاستقطاب.

4 — مرحلة عودة الاستقطاب لكمون العمل: ان سدادات التثبيط تغلق قنوات الـ Na^+ المتعلقة بالفولطية في حين قنوات الـ K^+ المتعلقة بالفولطية تفتح ،فتخرج شوارد الـ K^+ الى خارج الخلية.ان فقدان الشحنات الموجبة يجعل الوسط الداخل خلوي اكثر سلبية من الوسط الخارج خلوي فيحدث عودة الاستقطاب.

5 — فرط الاستقطاب : سدادتي التنشيط والتثبيط لقنوات الـ Na^+ مغلقة، في حين تبقى سدادة التنشيط لقنوات الـ K^+ مفتوحة لانها بطيئة الانغلاق ولا يكفيها الوقت لرد فعل لعودة استقطاب الغشاء. فيكفي من 1 الى 2 ملي ثانية لاسترجاع حالة الراحة والعصبون يكون جاهزا للتفاعل.



الإجابات

أجوبة التمرين 1

إستجابات العصبون الحركي للمعلومة المنقولة من طرف الألياف الجابذة في المنعكس العضلي.

1 – تفسير الوثيقة 1 : تم الحصول على التسجيلات أثناء تنبيه الألياف من النمط 1 وهي ألياف جابذة آتية من العضلة التي يعصبها العصبون الحركي، بتنبيهات متزايدة الشدة.

التجربة 3 : التنبيه كان بتيار شدته C وهي أكبر شدة أثناء هذه التجارب. إن التسجيل المحصل عليه مميز لكمون عمل، فهو يحتوي على مرحلة زوال إستقطاب متبوع بإنعكاس الإستقطاب ثم مرحلة عودة الإستقطاب.

التجارب 1 و 2 : إن التسجيلات المحصل عليها بعد التنبيهات A و B شدتها أقل من C وهي عبارة عن زوال إستقطاب ضعيف السعة حيث التسجيل المحصل عليه في التجربة رقم 2 > تلك المحصل عليه في التجربة رقم 1 وهذه التسجيلات متبوعة بعودة الإستقطاب و هي مميزة:

– كمونات بعد مشبكية منبهة PPSE سعتها لم تصل إلى عتبة زوال الإستقطاب كي يولد كمون عمل هذه العتبة تكون في حدود (50 mv -) إذا إعتمدنا على تسجيل التجربة رقم 3.

التجربة 4 : إن تنبيهين متقاربين بشدة تساوي B تسمح بتسجيل كمونات من نوع الـ PPSE التي تشكلت تقريبا في نفس الوقت تجمع أي هناك تجميع. فإن التسجيلين لا يصلان إلى عتبة كمون العمل.

2 – إن كمون عمل العنصر القبل مشبكي يؤدي إلى تحرير كمية غير كافية من المبلغ الكيميائي لا يؤدي إلى زوال إستقطاب العصبون البعد مشبكي حتى العتبة.

– إن شدة التنبيه تترجم بتواتر كمونات عمل في الليف الجابذ، فبشدة C (التجربة رقم 3) فإن التواتر يكون بقيمة يسمح بتوليد كمون عمل في العصبون البعد مشبكي.

في **التجربة 5 :** إن جزيئات الوسيط الكيميائي المحررة أثناء التنبيه الأول لا زالت موجودة عند تحرير الوسيط للمرة الثانية نتيجة للتنبيه الثاني، إذا هناك جمع بين تأثيرهما وسعة الـ PPSE تصل إلى العتبة مما يؤدي إلى توليد كمون عمل.

3 – تفسير الوثيقة 2 : التسجيلات المحصل عليها عند تنبيه ألياف من النمط 2 الآتية من العضلات المعاكسة باستعمال شدات مختلفة للتنبيه فإن التسجيلات المحصل عليها تبين تغير الكمون الذي تميز بفرط الإستقطاب سعته تزداد بزيادة شدة المنبه، إن مدة التسجيل تزداد بزيادة شدة المنبه. إن الكمون يبتعد عن عتبة توليد كمون العمل، فإن التسجيلات هي عبارة عن كمونات بعد مشبكية مثبطة PPSI، المشابك المعنية هي مشابك مثبطة، هذه المشابك تعمل كالمشابك المنبهة :

– تصل كمونات عمل إلى نهاية الليف القبل مشبكي.

– إن وصول كمونات العمل يعمل على تحرير مبلغ كيميائي في الشق المشبكي.

– هذا المبلغ يتثبت على مستقبلات نوعية على غشاء العصبون البعد مشبكي.

لكن تثبيت المبلغ الكيميائي في هذه الحالة عبارة عن فرط الإستقطاب سعته تختلف بإختلاف تركيز المبلغ الكيميائي المحررة.

– إن نفس الإستجابة نتحصل عليها بشدات تنبيه D و E إذا يمكن القول أن كل المستقبلات مشغولة (مشبعة).

4 – الزمن الضائع الملاحظ في السلسلتين من التجارب :

الزمن الضائع : هو الزمن الذي يفصل التنبيه وتغير الكمون المسجل.

– يمكن تقديره بما أن التنبيه مؤشر على التسجيل و لدينا سلم الزمن بالملي ثانية.

– إنه قصير جدا في السلسة الأولى من التجارب (حوالي 1 ملي ثانية).

– فهو أطول حوالي (2 ملي ثانية) في السلسلة الثانية من التجارب.

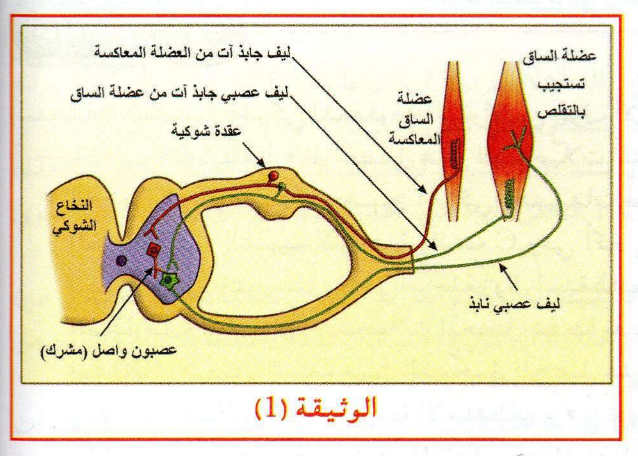
– الظواهر التي تحدث في المشبك تستغرق مدة زمنية حوالي 1 ملي ثانية.

يمكن التفكير في أن الألياف من النمط 1 متصلة مباشرة بالعصبون الحركي، بينما يوجد عصبون جامع بين الألياف



من النمط 2 والعصبون الحركي (لاحظ الرسم التخطيطي الموالي).

5 — رسم شبكة من العصبونات المتدخلة في المنعكس العضلي الناتج عن التمدد المفاجئ لعضلة الساق وتنبيه الوتر العضلي.



الوثيقة (1)

إن تمدد عضلة الساق يؤدي إلى تقلص العضلة : إن عصبون حسي يتمفصل مباشرة مع العصبون الحركي، إن القوس الإنعكاسية إحادية المشبك (الوثيقة 1).

– إن العصبون الحركي يتلقى أيضا معلومات عن حالة تقلص العضلات المتعاكسة.

إن الإحتفاظ بالتوازن يتطلب إدماج هذه المعلومات من طرف العصبون الحركي الذي يؤدي إلى إستجابة مكيفة، إن القوس الإنعكاسية تتضمن ألياف جابذة من العضلة المعاكسة فهي تحتوي على مشبكين، إن تدخل المشابك المثبطة على مستوى العصبون الحركي يكيف إستجابة العصبون الحركي.

إجابة التمرين 2

I — 1 – المعلومات المستخلصة: إنتقال النبأ إلى الخلية البعد مشبكية إثر تنبيه الخلية القبل مشبكية مع وجود تأخر زمني.

2 – لم يتولد كمون عمل عند حقن الكميات ك1، ك2، ك3 من الأستيل كولين لأنها لم تصل إلى عتبة التنبيه.

– يتولد كمون عمل عند حقن الكمية ك4 من الأستيل كولين لأنها تساوي العتبة أو أكبر منها.

الإستنتاج: يجب أن تكون كمية الأستيل كولين المحقونة كافية لتوليد كمون عمل (العتبة).

3 – المعلومة المستخلصة: إن كمية الـ ACH المحررة تتوقف على شدة التنبيه و بالتالي سعة الكمون المسجل يعود إلى كمية الأستيل كولين المحررة.

II — أ – 1 – إن سعة الإستجابات مرتبطة بعدد القنوات الغشائية المفتوحة وهذه الأخيرة مرتبطة بكمية الأستيل كولين المحررة والمرتبطة على المستقبلات الغشائية وكمية الـ ACH المحررة والمثبتة على المستقبلات الغشائية مرتبطة بشدة التنبيه أي كلما زادت شدة المنبه زادت كمية الـ ACH المحررة فتزداد القنوات المفتوحة فتزداد سعة التسجيل.

2 – كلا : لان كمية الـ ACH هي المحددة لسعة الكمون المسجل وهذا الأخير لا ينتشر إلا إذا كان يساوي أو أكبر من عتبة التنبيه حيث ك3 أقل من عتبة التنبيه.

ب – 1 – **المقارنة:** في التجربة 1: تشكيل كمون عمل واحد فقط.

في التجربة 2: الحصول على عدة كمونات عمل متتالية.

الإستنتاج: يتخرب الـ ACH بأنزيم الأستيل كولين استيريز بعد توليد كمون عمل في الخلية بعد مشبكية في الحالة العادية حتى لا يبقى تأثيره مستمرا.

2 – تأثير الـ ACH في الحالة الطبيعية مؤقت.

التعليل: لكي لا يبقى تأثير الأستيل كولين مستمرا.

3 – التسجيل P2 يعود لتثبيت المبلغ الكيميائي العصبي على مواقع التثبيت في القنوات المبوبة كيميائيا في غشاء الخلية البعد مشبكية مسببة في فتح هذه القنوات فدخول الـ Na^+ فتوليد كمون عمل مشبكي سعته تتوقف على كمية المبلغ العصبي المثبتة أي عدد القنوات المفتوحة فكمية الشوارد المتدفقة، وبعد توليد كمون العمل في الخلية البعد مشبكية، يتم إماهة المبلغ الكيميائي حتى لا يبقى تأثيره مستمرا.



III – الرسم (راجع إجابة التمرين 12).

البيانات:

1 ـ زر مشبكي.

2 ـ حويصل مشبكي.

3 ـ خلية بعد مشبكية.

4 ـ جزيئات المبلغ الكيميائي المفرزة.

5 ـ غشاء قبل مشبكي.

6 ـ حويصل مشبكي في حالة إفراز.

7 ـ قناة كيميائية.

8 ـ غشاء بعد مشبكي.



I – إستغلال الوثيقة (2): إستجابات الألياف العصبية D لتنبيه فعال.

1 – تسجيلات تغيرات الكمون من طرف الإلكترودات المستقبلة (1) و(2) المتوضعة على سطح الألياف.

أ – تحديد الظواهر المسجلة:

– على مستوى الصفر الإلكترودات لا تسجل فرق في الكمون.

– الحرف a يشير للتنبيه إنها إشارة التنبيه.

– التسجيلات توافق تغيرات الكمون الإجمالية لأننا نستعمل مجموعة من الألياف : إنها تسجيلات كهربائية عصبية.

الجزء b c يستقبل من الإلكترودين رقم (1) بينما الجزء d e يستقبل من طرف إلكترودين (2).

بما أن الإلكترودات وضعت على السطح فالتسجيلات عبارة عن كمونات عمل ثنائية الطور، لكل تسجيل عدة مراحل:

– الزمن الضائع من a إلى بداية زوال الإستقطاب، لا يتغير الكمون.

– مرحلة زوال الإستقطاب و انعكاسه إلى غاية b (أو d).

– مرحلة عودة الإستقطاب إلى غاية الصفر ثم مرحلة جديدة لزوال الإستقطاب إلى غاية c (أو e).

– عودة الإستقطاب.

ب – حساب سرعة انتشار الرسالة.

ماعدا الزمن الضائع فالتسجيلات المحصل عليها بالإلكترودات رقم (1) و (2) هي متطابقة، أنها نفس الرسالة العصبية التي سجلت في رقم (1) ثم في رقم (2)، الزمن الذي يفصل التسجيل في b عن التسجيل d مثلا هو الزمن اللازم كي تقطع الرسالة مسافة 5 ملم، هذا الزمن بالتقريب 3.3 ملي ثانية فالسرعة إذا تكون بالتقريب :

$$\text{سر} = \frac{\Delta\ \text{س}}{\Delta\ \text{ز}} = \frac{5\ \text{ملم}}{3{,}3\ \text{ملي ثانية}} = 1{,}51\ \text{م/ثانية}$$

فهي حقيقة ألياف بطيئة، بعض الألياف العصبية تنقل الرسالة العصبية بسرعة متوسطة تقدر بـ 75 م/ ثا، يمكن التفكير أن هذه الألياف التي استخدمت في التجربة صغيرة القطر وعديمة النخاعين، فانتقال الرسالة تكون بتيارات محلية من نقطة لأخرى مما يؤدي إلى تباطئها.

2 – في الظروف التجريبية أن الألياف العصبية إستجابت بتغيرات الكمون التي تنتقل دون تغيير، لا يمكن إجراء ملاحظات عامة، هذه الإلياف يبدو أنها في بادئ الأمر قابلة للتنبيه وناقلة له.

II – مكان تأثير الوسائط الكيميائية وآلية عملها:

1 – إستغلال الوثائق (3) و (4):

الإنكيفالين: يؤثر على مستوى المشبك الذي يصل بين الخليتين I و D، على هذا المستوى فهي تبعد غشاء الخلية D عن كمون راحتها: إذن الغشاء في حالة فرط إستقطاب.



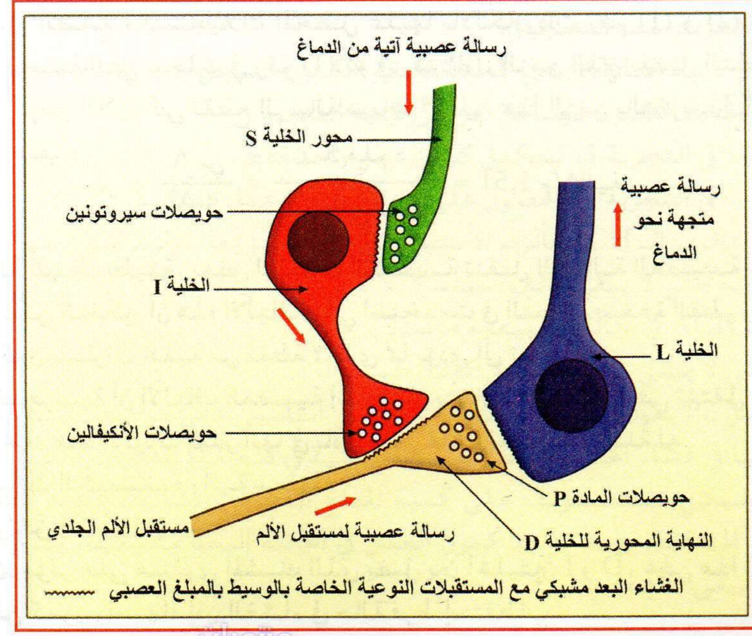
المادة P: تسبب زوال إستقطاب غشاء الخلية L على مستوى المشبك الذي يصل بين الخلية D والخلية L.
السيروتونين: يؤثر على غشاء الخلية I، فهي تسبب نشأة كمون عمل.

2 – *آلية عمل مختلف المواد على مستوى الأغشية الخلوية:*

– المواد المستعملة تؤثر على مستوى مشابك عصبية عصبية فهي مبلغات عصبية.
– تتثبت هذه المواد على مستقبلات نوعية للأغشية البعد مشبكية هذا التثبيت يؤدي إلى تغيير الكمون الغشائي على مستوى الغشاء البعد مشبكي، هذا التغيير يمكن أن يكون:
– زوال إستقطاب: هو كمون بعد مشبكي منبه PPSE الذي يمكن أن يصل إلى عتبة توليد كمون العمل (السيرتونين في الوثيقة 4) أولا يصلها (مثل المادة P في الوثيقة 4).
– فرط إستقطاب: وهو كمون بعد مشبكي مثبط PPSI (الإنكيفالين في الوثيقة 4) في هذه الحالة المشبك مثبط، ويكون منبه عندما يحدث زوال الإستقطاب.

3 – الأدوار المختلفة و آلية تأثير الخلايا D ، I و L في الشروط الحيوية من العمل:

– الخلية D آتية من مستقبل الألم الغشائي (الوثيقة 3) إستجابة لتنبيه هذا المستقبل، تنتشر رسالة عصبية في الخلية D، تسجل في R2 و R3 (الوثيقة 4) فتواترها يكون بمقدار كمون عمل واحد كل (1) ملي ثانية، في R4 (الوثيقة 4) يسجل رسالة عصبية أيضا.
– إن التغير الأول للكمون يطابق بين PPSE (الذي يسبب زوال إستقطاب الغشاء إلى غاية العتبة) وكمون عمل، هذه الملاحظة و تلك الموجودة في الوثيقة (3) التي تبين حويصلات مشبكية في نهاية الخلية D على مستوى الإتصال مع الخلية L يشيران إلى انتقال الرسالة العصبية تكون من D باتجاه L، هاتان الخليتان (D و L) تؤمنان إنتقال الألم نحو الدماغ. الوسيط العصبي المحرر في النهاية المحورية للخلية D هي المادة P (الوثيقة 4).
– الخلية I جسمها الخلوي يتواجد في القرن الخلفي للنخاع الشوكي (الوثيقة 3). الخلية (S) آتية من الدماغ فنهايتها المحورية تحتوي على حويصلات تنقل الرسالة العصبية إلى الخلية I (R1 من الوثيقة 4).
إن إنتقال الرسالة العصبية يكون من الخلية S نحو الخلية I. في وجود السيروتونين إن الإلكترودات R2 و R3 (الوثيقة 4) لا تسجل كمونات عمل، يمكن القول أن المشبك بين الخلية I والخلية D هو مثبط مما يؤكده التسجيل في R2 (الوثيقة 4). الوسيط العصبي المحرر من طرف الخلية I هو الإنكيفالين.
– فبتأثير الإنكيفالين يمكن تفسير تثبيط (إيقاف) الرسالة العصبية للألم، إن عمل المشبك بين الخلية I والخلية D يمنع تحرير المادة P فعن طريق الخلية I يراقب الدماغ رسالة الألم.
الرسم التخطيطي الموالي يلخص الآلية المدروسة في الجزء الثاني (ب) من التمرين.
– الرسائل الآتية من مستقبل الألم يراقبها الدماغ عن طريق الخلية I المتواجدة في القرن الخلفي من النخاع الشوكي.





إجابة التمرين 4

1 — **إستغلال الوثيقة (1):** إظهار خاصية النخاع الشوكي.

إن كل تسجيلات الوثيقة 1 تمثل تسجيلات عصبية كهربائية تم الحصول عليها إنطلاقا من مجموعات الألياف G1، G2 وألياف الجذر الأمامي للعصب الشوكي، إنها ظواهر كهربائية إجمالية التي تم الحصول عليها.

التجربة (1): إن التنبيه في S1 على الألياف G1 بشدة I1 يسمح بالتسجيل في O1 لظاهرة كهربائية سعتها تقارب 35 ملي فولط و بعد فترة زمنية في O3 ظاهرة كهربائية سعتها تقدر بـ 18 ملي فولط.

التجربة (2): إن التنبيه في S2 على الألياف G2 بشدة I1 < I2 يسمح بالحصول على ظاهرة كهربائية مسجلة في O2 سعتها تقارب 20 ملي فولط غير متبوع بظاهرة كهربائية مسجلة في O3.

يمكن القول أن السعة الضعيفة للظاهرة المسجلة في O2 هي ناتجة عن شدة I2 التي هي أقل من I1، و بما أن الألياف G1، G2 من نفس النمط، فإن التنبيه في S2 أصاب عدد أقل من الألياف، هناك فرضية أخرى: الألياف G2 هي قليلة العدد.

– على مستوى ليف عصبي معين فإن تنبيها فعالا يؤدي إلى ظهور كمونات عمل تنتشر في الليف. في هذه التجربة هناك سيالات عصبية تنتشر في الألياف الجابذة G2 المنبهة و لكن لا توجد رسالة مسجلة (كمون عمل) على مستوى الجذر الأمامي.

التجربة (3): عند تنبيه بنفس الشدة في S1 و S2 في نفس الوقت فنسجل بعد (4 ملي ثانية) تسجيل كهربائي في O3 سعته حوالي 38 ملي فولط.

– فإن رسالة عصبية إجمالية صادرة تسجل إذا في O3 سعتها أكبر من تلك المحصل عليها عند التنبيه في S1، فكأنه النخاع الشوكي قام بجمع كل الرسائل الواردة لإصدار رسالة واحدة.

إذا النخاع الشوكي ليس مجرد ناقل بسيط فهذه التجارب تبين الخاصية الإدماجية.

2 — **إستغلال الوثيقة 2:** آلية عمل المشابك.

نعمل الآن على ألياف عصبية معزولة صادرة F1 ، F2 ، F3 وآتية من مستقبلات حساسة لتمدد العضلة وعلى عصبون حركي M من النخاع الشوكي المتصل بالألياف السابقة وليس على مجموعات من الألياف.

التجربة (4): بتنبيه F1 أو F2 أو F3 بشدة كافية للحصول على كمون عمل فنحصل في O4 على تغيير الكمون من 70– إلى 65– ملي فولط مدته 3 ملي ثانية.

التجربة (5): بتنبيه الليفين F1، F2 في آن واحد نسجل الكمون من 70– إلى 60– ملي فولط مدته 5 ملي ثانية.

التجربة (6): إن تنبيه الألياف الثلاثة F1 ، F2 ، F3 في آن واحد متبوع بالإستجابة C فهو يمثل كمون عمل و هو تغير مفاجئ للكمون الغشائي يتولد إنطلاقا من عتبة زوال الإستقطاب، يسمح التسجيل C بقياسه 55– ملي فولط، كمون العمل هو عبارة عن إشارة بدائية للرسالة العصبية.

– الألياف الثلاثة F1 ، F2 ، F3 متصلة بالعصبون M عن طريق مشابك إنها العناصر القبل مشبكية، بينما M هو العصبون البعد مشبكي.

يعمل المشبك بالطريقة التالية: وصول كمون عمل قبل مشبكي يسمح بتحرير وسيط كيميائي المخزن في الحويصلات المشبكية للعصبون القبل مشبكي، ينتشر الوسيط الكيميائي في الحيز المشبكي فيثبت على مستقبلات غشائية نوعية مما يؤدي إلى زوال إستقطاب الغشاء كما هو موضح في التسجيلات a و b من الوثيقة (2).

إن a و b هي كمونات مشبكية منبهة PPSE، إن زوال الإستقطاب لم يصل إلى عتبة توليد كمون عمل بعد مشبكي. كي يتولد كمون عمل على غشاء العصبون M يجب على الألياف الثلاثة F1 ، F2 ، F3 تحرر في نفس الوقت المبلغ الكيميائي، فيحدث تجميع فضائي، وهكذا بفضل المشابك فإن العصبون الحركي يقوم بإدماج الرسائل الواردة إليه، يمكن الإشارة إلى أن كمون العمل القبل مشبكي لا يوافقه كمون عمل بعد مشبكي.

3 — **تفسير النتائج المحصل عليها في التجارب الثلاثة الأولى (1، 2، 3):**

التجربة (1): تنبه ألياف من المجموعة G1 وتستجيب برسالة عصبية كما يوضحه التسجيل O1، إن الإتصالات كما يوضحه الرسم في نهاية التمرين وآخذا بعين الإعتبار نتائج التجارب 4 ، 5 و 6 التي تشير أن ثلاثة ألياف آتية (جابذة) يجب أن تنقل السيالة العصبية كي يستجيب العصبون الحركي برسالة مسجلة في O3 فيمكن القول أن



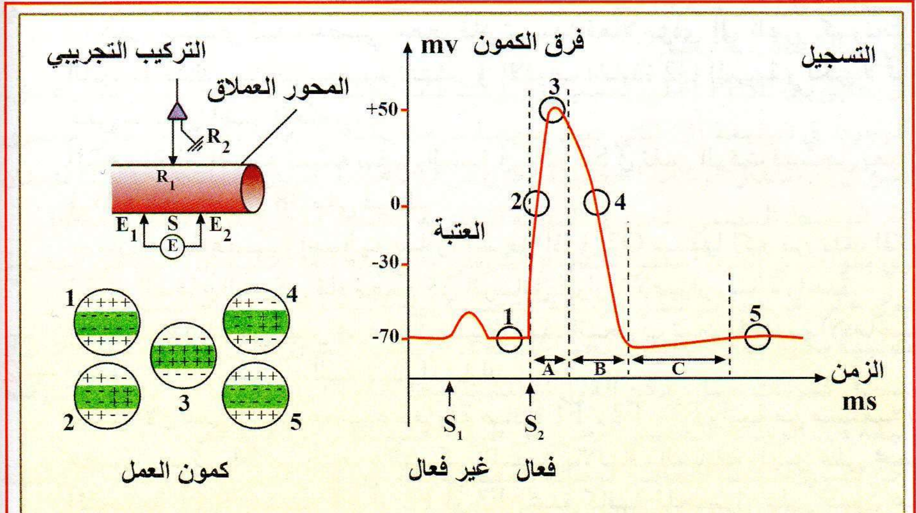
العصبونات M1 و M2 يمكنها أن تتدخل.

التجربة (2): إن التنبيه يصيب ألياف G2 والبعض منها على الأقل تستجيب في تسجيل O2، إن الألياف متصلة بالعصبونات M3 و M4 ولكن بعض ألياف G1 هي كذلك متصلة بنفس العصبونات، فالإتصالات بينها تكون بعدم تدخل أي عصبون حركي مما يؤكده التسجيل O3.

التجربة (3): تنبيه الألياف G1 و G2 في نفس الوقت، التسجيل الإجمالي لإستجابات العصبونات الحركية في O3 يبين سعة تساوي ضعف السعة المحصل عليها في التجربة 1، مع الأخذ بعين الإعتبار الإتصالات يمكن القول أن M1 ، M2 ، M3 و M4 كلها تتدخل. في هذه الحالة جميع ألياف G2 تتنبه في S2 بشدة تساوي I2 والتسجيل في O2 أثناء التجربة 2 يفسر بالعدد القليل لألياف المجموعة G2.

إجابة التمرين 5

1 – الرسم الموالي يمثل منحنى التغيرات الكهربائية المخترقة للغشاء:



يمكن تقسيم التسجيل المحصل عليه على شاشة الجهاز إلى ثلاثة مراحل علما "أن" المدة الإجمالية للاستجابة هي 5 ميلي ثانية:

A: مرحلة زوال وانعكاس استقطاب الليف العصبي.
B: مرحلة العودة إلى الاستقطاب وفرط الاستقطاب.
C: العودة إلى كمون الراحة.

2 – إن التيار Y يمثل دخول شوارد الـ Na^+ إلى الليف العصبي مما يؤدي إلى زوال وانعكاس إستقطاب سطح الغشاء.

والتيار Z يمثل خروج شوارد الـ K^+ من المحور وإعادة الإستقطاب الموجب لسطح الليف العصبي مع نوع من التأخر الزمني.

3 – أ – إن التسجيل B يتميز بغياب التيار Y.

ب – المادة المستعملة ثبطت إنفتاح قنوات الـ Na^+.

إجابة التمرين 6

أ – 1 – مقارنة نتائج الحالة 1 مع الحالة 2:

الحالة 1: أن تنبيهين متباعدين لا يؤديان إلى توليد كمون عمل في الخلية البعد مشبكية.

الحالة 2: إن تنبيهين متقاربين في نفس المشبك أو من مشبكين مختلفين يولدان كمون عمل مما يدل على الإدماج والتجمع.

مقارنة بين الحالة 3 مع الحالة 4:

الحالة 3: إن تنبيهين متتاليين متباعدين لا يؤديان إلى توليد كمون عمل في الخلية البعد مشبكية.

الحالة 4: إن تنبيهين متقاربين من مشبكين مختلفين يولدان كمون عمل في الخلية البعد مشبكية.

2 – تم تسجيل كمون عمل في الحالتين نتيجة التجمع و الإدماج بين التنبيهين المتتاليين:

في الحالة 2: حدث إدماج (تجمع) زمني.

في الحالة 4 : حدث إدماج (تجمع) فراغي (فضائي).

ب – 1 – إن المشبك بين العنصر E1 و الخلية بعد المشبكية تنبيهي.

التعليل: لأن التنبيه في E1 أدى إلى تشكيل كمون عمل في الخلية البعد مشبكية.

اما المشبك بين العنصر I1 و الخلية بعد مشبكية تثبيطي.

التعليل: لأن التنبيه في I1 أدى إلى عدم تشكل كمون عمل في الخلية البعد مشبكية بل فرط إستقطاب.

2 – المقارنة: سعة كمون العمل في ب1 أكبر من سعة كمون العمل في ج1.

3 – سبب إختلاف النتائج:

– يتولد كمون عمل في ب2 لأن المشبك منشط و سعة الكمون أكبر من العتبة.

– لا يتولد كمون عمل في ج2 لوجود المشبك المثبط والإدماج وسعة الكمون أقل من العتبة.

4 – شروط تسجيل ب2 في ج2: نتحصل على كمون عمل إذا بلغ المجموع الجبري لكمونات العمل التنبيهية والتثبيطية بعد الإدماج عتبة كمون العمل، أما إذا لم يبلغ فلا نتحصل على كمون عمل:

PPSI + PPSE > عتبة التنبيه فيتولد كمون عمل.

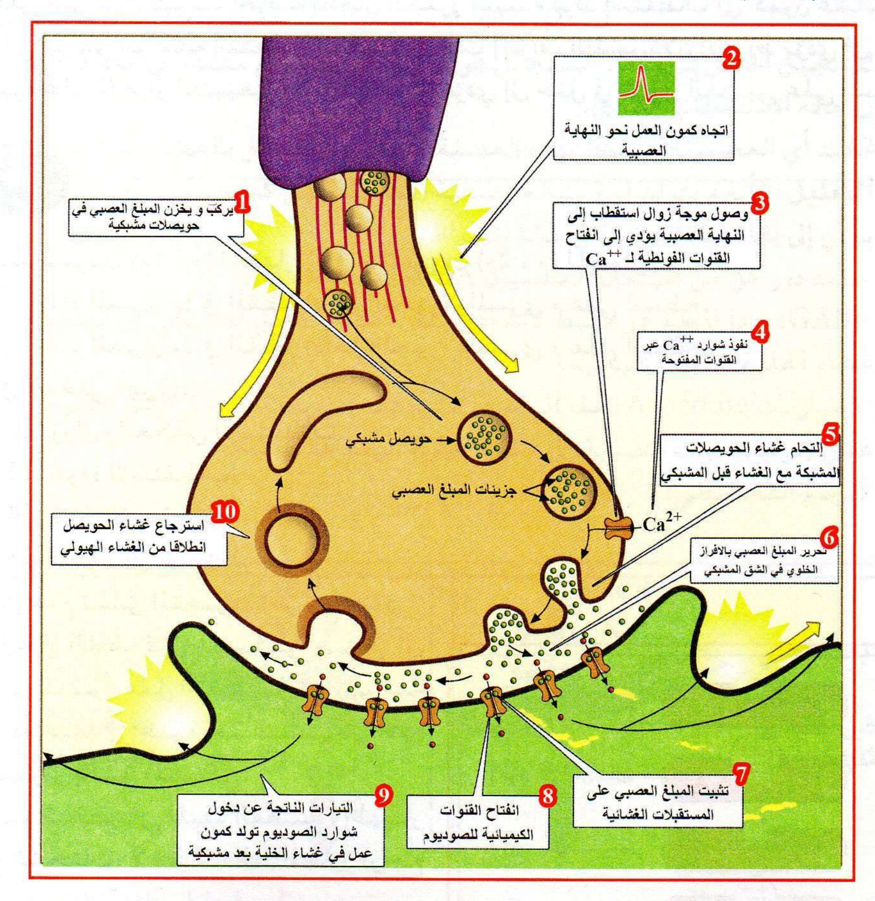
PPSI + PPSE < عتبة التنبيه فلا يتولد كمون عمل.

جـ – 1 – يؤدي التنبيه الفعال إلى توليد كمون عمل ينتقل إلى المركز العصبي الإنعكاسي (النخاع الشوكي) بواسطة العصبون الحسي عن طريق الجذر الخلفي حيث يتمفصل العصبون الحسي هناك مع العصبون الحركي للعضلة القابضة (المشبك A2) والعصبون الجامع (المشبك B2) ثم تنتقل السيالة العصبية المنبهة إلى العضلة القابضة عن طريق الجذر الأمامي حيث يصل التنبيه إلى العضلة عن طريق المشبك A3 بينما ينقل ليف عصبي مثبط التنبيه من المشبك C2 إلى العضلة الباسطة عن طريق المشبك عبر الجذر الأمامي B3.

2 – 2A ، 2B ، 3A مشابك منشطة.

2C ، 3B مشابك مثبطة.

3 – الرسم.



آلية النقل العصبي على مستوى المشبك ودور البروتينات في ذلك.

إجابة التمرين 7

1 — تحليل الوثائق :

الوثيقة 1: يظهر القلق على الحيوان عند تثبيط عمل GABA مما يجعلنا نفترض أن للـ GABA دور يتمثل بأنه مضاد للقلق.

الوثيقة 2: إن التنبيه في "ن" أدى إلى تسجيل كمون عمل على مستوى O_1.

– تسجيل فرط إستقطاب على مستوى O_2 وهذا يعني ان كمون ما بعد المشبكي مثبط PPSI.

– في غياب أي تنبيه وحقن الـ GABA في الحيز المشبكي يؤدي إلى فرط إستقطاب على الغشاء البعد مشبكي إذا أنه وسيط كيميائي عصبي مثبط وهذا المشبك مثبط، وتأثيره المثبط يتناسب طردا مع كميته المفرزة على مستوى المشبك.

الوثيقة 3: إن توزيع الشوارد على جانبي الغشاء أثناء الراحة غير متماثل و هذا الإختلاف في التركيز هو السبب الحقيقي لكمون الراحة المقدر بـ 70mv– حيث سطح الغشاء موجب وداخله سالب وهذا هو الإستقطاب، كما نلاحظ أن تركيز الكلور في الخارج أكبر من الداخل.

الوثيقة 4: بوجود الـ GABA تفتح قنوات الكلور حيث يدخل إلى هيولي العنصر البعد مشبكي فتزيد من كمية الشحن الموجبة في الخارج وكمية الشحن السالبة في الداخل (كما تخرج أيضا شوارد الـ K^+) محدثا حالة فرط إستقطاب من 70– إلى 80– ملي فولط تقريبا.

الوثيقة 5: نلاحظ أن حقن كل من الـ GABA و الفاليوم يزيد من قيمة فرط الإستقطاب بصورة أكبر من حقن الـ GABA لوحده و يظهر ذلك جليا من خلال مدة الإنفتاح فهو أكبر من حقن الـ GABA لوحده.

2 — لإقناع المريض يمكن الإعتماد على النتائج السابقة: مادة الفاليوم مادة مخدرة علاجية في هذه الحالة للقلق عن طريق تثبيتها على قنوات الكيمياء الخاصة بادخال الكلور مسببة فرط إستقطاب أي كمون غشائي تثبيطي PPSI.

3 — لا أقترح على المريض مواصلة إستعمال الفاليوم إلا تحت إشراف الطبيب لأن الإفراط يؤدي إلى الإدمان.

4 — يؤثر الفاليوم على الإفراز الطبيعي للـ GABA مما يؤدي إلى خلل في النقل العصبي على مستوى المشابك.

إجابة التمرين 8

I — 1 – وضعية المسريين (م1 ، مَ) للجهاز (ج1) و المسريين (م2 ، مَ) للجهاز (ج2):

– الجهاز (ج1): المسرى م1 في المقطع (داخل المحور) والمسرى مَ على السطح.

– الجهاز (ج2): المسرى م2 في المقطع (داخل المحور) والمسرى مَ على السطح.

2 – تحليل المنحنى (ص1):

– [1 – 2]: زوال وانعكاس الإستقطاب.

– [2 – 3]: عودة الإستقطاب.

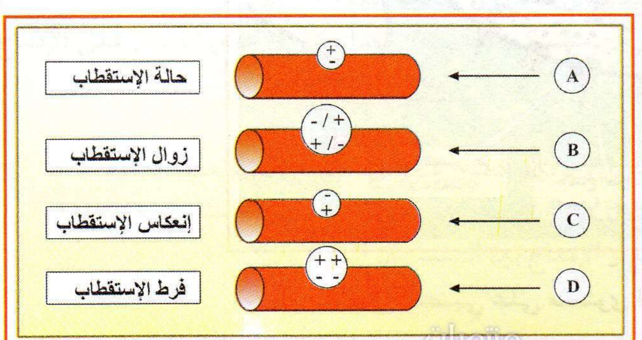
– [3 – 4]: فرط الإستقطاب.

– [4 – 5]: العودة إلى كمون الراحة.

3 – تعليل عدم تطابق المنحنيين (ص1 ، ص2):

التنبيه في الليف قبل مشبكي يؤدي إلى تسجيل كمون عمل الخلية قبل المشبكية ليتم تسجيله في الخلية بعد المشبكية لابد من المرور بالشق المشبكي.

4 – الرسم التخطيطي لليف العصبي وإظهار توزع الشحنات: لاحظ المخطط المجاور (راجع إجابة التمرين 5)



II – 1 – تحليل منحنى القسم (أ) : بزيـادة عدد تواتر كمونات العمل القبل مشبكي يزداد تركيز شوارد Ca^{++} في هيولي الخلية القبل مشبكية (تناسب طردي).

2 – الإستخلاص من وثائق القسم (ب):

– في غياب كمونات العمل (أثناء الراحة) لا يتم إفراز الأستيل كولين في الشق المشبكي (الحويصلات المشبكية تكون في حالة لا نشاط).

– في وجود كمونات العمل القبل مشبكي يتم إفراز الأستيل كولين في الشق المشبكي.

3 – أ – العلاقـــــة: كمونات العمل قبل المشبكية تؤدي إلى ارتفاع تركيز شوارد Ca^{++} في هيولي الخلية قبل مشبكية التي تدخل عن طريق قنوات الكالسيوم المتعلقة الفولطية والتي بدورها تؤدي إلى إفراز الأستيل كولين.

ب – دور شوارد Ca^{++} في تأمين تدخل الأستيل كولين على مستوى المشبك:

يؤدي دخول شوارد Ca^{++} إلى هيولي الخلية قبل المشبكية إلى تشكيل حركة هيولية دورانية تتسبب في حركة الحويصلات المشبكية في إتجاه الغشاء قبل المشبكي لتندمج معه ويتم إفراز الأستيل كولين.

4 – أ – كتابة البيانات:

1 ـ الوسيط (ACH). 2 ـ قناة مبوبة كيميائيا (مستقبل الأستيل كولين).

3 ـ طبقة مضاعفة فوسفدليبيدية. 4 ـ دخول شوارد Na^{+}. 5 ـ خروج شوارد K^{+}.

ب – كيفية تدخل المستقبلات لتفسير المنحنى (ص2): بتثبيت المبلغ الكيميائي العصبي (ACH) على المستقبلات يؤدي إلى إنفتاح القنوات ودخول سريع وكثيف لشوارد Na^{+} مسببا زوال وانعكاس الإستقطاب، ثم خروج بطيء وبكمية أقل لشوارد K^{+} من نفس القنوات مسببا عودة وفرط الإستقطاب.

III – 1 – أ – شرح تسجيلات الوثيقة (5):

التسجيل الخاص بـ (N2): – هو كمون بعد مشبكي منبه (كمون عمل أحادي الطور).

– الجزء الصاعد هو زوال الإستقطاب والجزء النازل هو عودة الإستقطاب.

التسجيل الخاص بـ (N3): التسجيل هو كمون بعد مشبكي متمثل في حالة فرط إستقطاب ثم العودة إلى حالة الإستقطاب العادي.

ب – تحديد أي العصبونين مرتبط بهذه العضلة: العصبون المتصل بالعضلة الباسطة هو العصبون (N3).

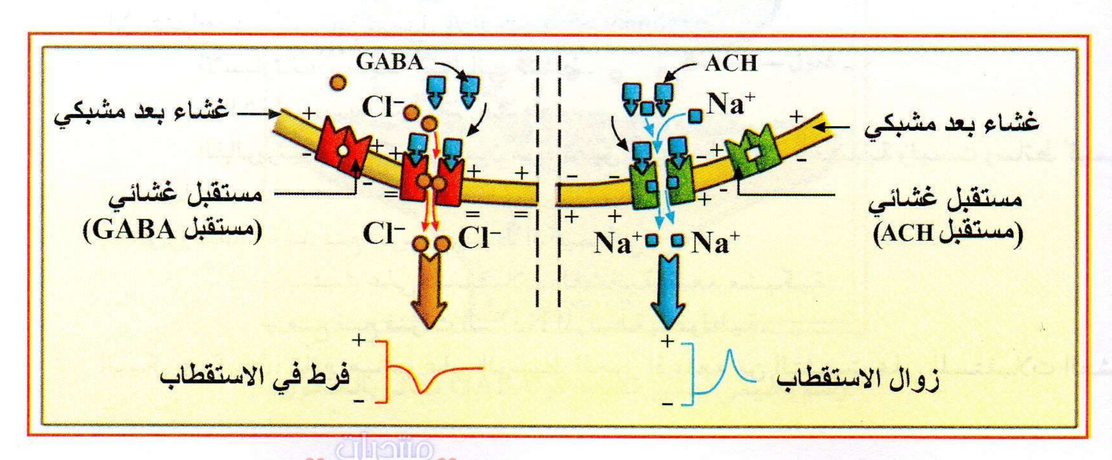
التعليل: لأنه لم يتولد فيه سيالة عصبية (عدم تسجيل كمون عمل) بل تسجيل فرط إستقطاب مما يؤدي إلى بقاء هذه العضلة في حالة إنبساط.

2 – أ – تحديد دور كل من المبلغين العصبيين GABA و Aspartate:

GABA: هذا المبلغ هو مثبط لأنه أدى بعد حقنه في الشق المشبكي إلى تسجيل فرط استقطاب في غشاء الخلية البعد مشبكية.

الإسبارتات Aspertate: هذا المبلغ هو منبه لأنه أدى بعد حقنه في الشق المشبكي إلى تسجيل كمون عمل (توليد سيالة عصبية) في غشاء الخلية البعد مشبكية.

ب – الرسم التخطيطي:





إجابة التمرين 9

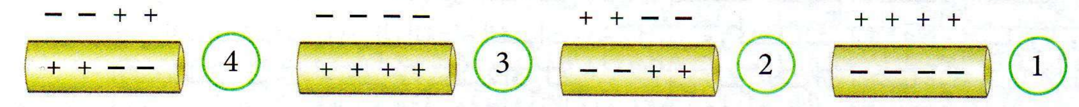
1 — أ — التحليل المقارن : المرحلة 1 [الحالة العادية] : توزع متباين لشوارد الـ Na^+ والـ K^+ على جانبي الغشاء.
بمقارنة 2 و 1: نلاحظ أنه بغياب شوارد K^+ من الوسط الخارجي توزع متماثل تقريبا للشوارد على جانبي الغشاء (يحدث ميز للشاردتين) أي غياب فرق التركيز بغياب K^+.
بمقارنة 3 و1: فرق التركيز على جانبي الغشاء يتطلب طاقة على شكل ATP.
بمقارنة 4 و 1: فرق التركيز على جانبي الغشاء يتطلب نشاط أنزيمي.
الإستنتاج: للمحافظة على فرق التركيز على جانبي الغشاء يتطلب طاقة على شكل ATP ونشاط أنزيمي يتمثل ببروتينات ناقلة فهو نقل فعال يتطلب حيوية الغشاء.

ب — رسم كمون الراحة (راجع التمرين 27 أو 57).

2 — أ — العنوان : منحنى كمون عمل وحيد الطور حصلنا عليه بتنبيه فعال إبتداء من كمون الراحة.
تسمية الأجزاء: أ ـ لحظة التنبيه. أ ب ـ زمن الكمون (الزمن الضائع). ب جـ ـ زوال وانعكاس الإستقطاب.
جـ د ـ عودة الإستقطاب. د هـ ـ فرط إستقطاب والعودة إلى كمون الراحة.

ب — موضع مسربي الإستقبال : المجهري داخل المحور العملاق والمرجعي في الخارج.

جـ — توزع الشحنات : (راجع إجابة التمرين 5)



د — المرحلة هي: ب جـ (زوال وانعكاس الإستقطاب).
التعليل: وجود شوارد Na^+ وK^+ بكثرة في الوسط الداخلي وهذا يوافق مرحلة زوال الإستقطاب.
— إنفتاح قنوات الـ Na^+ المرتبطة بالفولطية مع انغلاق قنوات الـ K^+ وعمل المضخة البطيء.

3 — أ — التسجيل 1: كمون بعد مشبكي منشط PPSE لحدوث زوال الاستقطاب.
التسجيل 2: كمون بعد مشبكي مثبط PPSI لحدوث فرط في الإستقطاب.

ب — α — تحليل نتائج الجدول:
— حقن الإسبارتات: في ح1: يحدث إستجابة في الغشاء البعد مشبكي.
في ح2: لا يحدث إستجابة.
— حقن GABA: في ح1: لا يحث إستجابة.
في ح2: حدوث إستجابة متمثلة في فرط إستقطاب.
— حقن حمض الفالوبروئيك: بدون تنبيه: عدم حدوث إستجابة لا في ح1 ولا في ح2.
بعد التنبيه: عدم حدوث إستجابة في ح1 وحدوث فرط إستقطاب في العنصر البعد مشبكي لـ ح2.
— حقن بيكروتوكسين: عدم حدوث إستجابة سواء بوجود أو غياب التنبيه.
الإستنتاج: دور كل مادة يتمثل في:
الأسبارتات: وسيط كيميائي منشط.
GABA: وسيط كيميائي مثبط.
الفالوبرئيك والبكروتوكسين مواد تعيق إنتقال السيالة العصبية وليست وسائط كيميائية.

β — الفرضيات:
الفالوبروئيك: — قد يمنع تحرير الوسيط الكيميائي.
— يتثبت على المستقبلات الغشائية البعد مشبكية.
— منع فتح قنوات الـ Na^+ المرتبطة بالفولطية.
البيكروتوكسين: تأثير مباشر على الوسيط المحرر إذ يمنعه من التثبيت على المستقبلات الغشائية في ح1 و ح2.



γ – أنماط المشابك: ح1 مشبك منشط.
ح2 مشبك مثبط.
δ – ع1: تستجيب ← لأنه عند التنبيه تنتقل السيالة عبر المشبك المنشط.
ع2: لا تستجيب ← لأنه عند التنبيه لا تنتقل السيالة عبر المشبك المثبط.

4 – خلاصة علمية حول دور بروتينات الغشاء الهيولي في آليات التعاون الخلوي لضمان التنسيق الوظيفي للعضوية.

– جميع خلايا الجسم محاطة بغشاء هيولي يحوي بروتينات وحركية هذه البروتينات يكسبها بنية فسيفسائية مائعة (يحوي الغشاء إضافة إلى البروتينات فوسفوليبيدات و جذور سكرية).

– بواسطة البروتينات الغشائية يمكن للخلية أن تتعرف على المواد الملامسة لها فتقوم ببلعمتها وامتصاصها كحالة الكريات الدموية البيضاء البالعة، و تستطيع تقديم محدد مولد الضد على غشائها مرفوقا بنظام الـ CMH (بروتين غشائي) لتتعرف على غرابته الخلايا اللمفاوية بواسطة مستقبلاتها الغشائية ذات الطبيعة البروتينية. ثم تنشط هذه الخلايا اللمفاوية عند ملامستها لوسائل كيميائية فتظهر على غشائها مستقبلات نوعية، وهذا التعاون يحدث بفضل تخصص الغشاء للقضاء على مولد الضد.

بواسطة بروتينات الغشاء يمكن تشكيل إينوفورات وقنوات مرتبطة بالفولطية ومضخة الشوارد ... ليكون الغشاء مستقطبا (كمون الراحة) وتشكيل كمون العمل الذي ينتشر على طول العصبونات لتنتقل عبر المشابك لوجود مستقبلات غشائية بعد مشبكية لتصل السيالة العصبية إلى أعضاء التنفيذ للقيام بوظيفة تنسيقية معينة كحركة العضلات أو إفراز غدة...

إجابة التمرين 10

أ – نوع القناة: كيميائية. التعليل: لا تفتح الا في وجود مادة كيميائية الـ GABA .

ب – الشرح: تتثبت مادة GABA على الموقع النوعي لها بالمستقبل الغشائي على مستوى الغشاء بعد المشبكي وهذا ما يؤدي لفتح قناة تسمح بدخول شوارد الكلور.

جـ – الشوارد: الكلور. التغير: تزيد في الوسط الداخلي (تدخل بالميز).

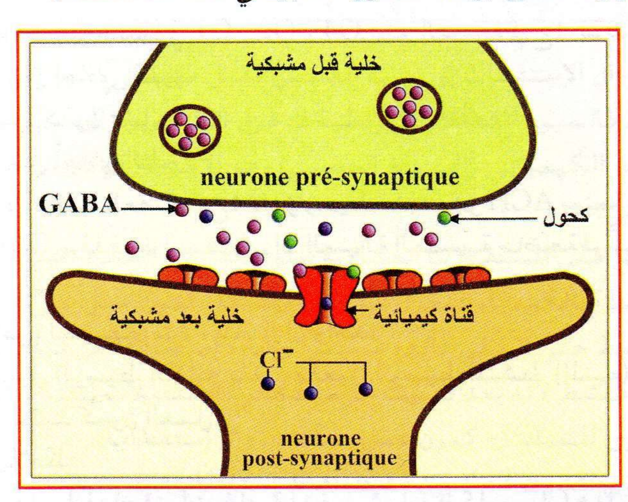
د – 1 – التفسير: يحتوي المستقبل على موقع نوعي خاص لتثبيت الكحول.

2 – التحليل: تثبيت الكحول على موقعه النوعي بالمستقبل يسمح بإتساع قناة إدخال الكلور مما يسمح بزيادة حركة هذه الشوارد.

هـ – 1 – طبيعة المشبك: مثبط (الـ GABA مادة مثبطة).

2 – الشرح: إضافة الكحول للـ GABA تسمح بزيادة فرط الإستقطاب المسجل على مستوى الخلية بعد المشبكية عن طريق دخول أكبر لشوارد الكلور (زيادة المفعول التثبيطي لمادة الـ GABA).

و – الرسم:



رسم وظيفي لعمل مشبك ذو GABA متأثر بالكحول



إجابة التمرين 11

1 — أ – يمثل المنحنى تغيرات الكمون الغشائي بدلالة تركيز K^+ داخل الليف.

من 0 – 100 ملي مول/ ل: تزايد سريع في الكمون الغشائي.

من 100 – 400 ملي مول/ ل: تزايد بطيء في الكمون الغشائي ليبلغ 60– ملي فولط.

من 400 ملي مول /ل فما فوق: يتثبت قيمة الكمون عند 60– ملي فولط.

ب – منشأ كمون الراحة يتمثل في الفرق بين تركيز الـ $[K^+]$ داخل الليف وخارجه لذا يطلق على كمون الراحة بكمون الـ K^+.

2 — أ – تحليل وتفسير التسجيلات A ، B و C.

التسجيل A: بعد مرور زمن ضائع قصير نلاحظ حركة الشوارد نحو الداخل (تيار داخلي) هذه الحركة الشاردية الداخلية لا يمكن أن تكون لشوارد الـ K^+ المثبطة بمادة الـ TEA ومنه فهي إذا كانت حركة شوارد الـ Na^+ الداخلة للمحور.

التسجيل B: بعد مرور زمن ضائع أطول نلاحظ حركة الشوارد نحو الخارج (تيار خارجي) وهذه الحركة الشاردية لا يمكن أن تكون لشوارد الـ Na^+ المثبطة لوجود مادة الـ TTX ومنه فهي إذا حركة شوارد الـ K^+ الخارجة من المحور.

التسجيل C: في غياب المادتين TEA و TTX تبقى قنوات الـ Na^+ والـ K^+ غير مثبطة حيث نلاحظ تيار داخلي لشوارد الـ Na^+ وتيار خارجي لشوارد الـ K^+ ودامت فترة زمنية أطول هذه الأخيرة.

ب – نعم: حيث زوال الإستقطاب : ينجم عن إنفتاح قنوات الـ Na^+ فدخول سريع ومكثف لشوارد Na^+ يؤدي إلى زوال وإنعكاس الإستقطاب.

عودة الإستقطاب: تنفتح قنوات الـ K^+ بعد غلق قنوات الـ Na^+ فخروج الـ K^+ بكميات أقل ولفترة زمنية أطول مسببة عودة الإستقطاب وإستمرارية خروج شوارد الـ K^+ يسبب فرط الإستقطاب.

3 — أ – بما أن تثبيط GABA أدى إلى ظهور أعراض القلق فهذا يدل على أن GABA يـمارس طبيا فعل مهدئ (يوقف إنتقال السيالة العصبية).

ب – α – التسجيل 1: كمون عمل وحيد الطور حصلنا عليه بتنبيه فعال إبتداء من كمون الراحة والتسجيل 2: فرط إستقطاب.

β – 1β – نلاحظ من تسجيلات الوثيقة (4): كلما زادت كمية GABA زاد فرط الإستقطاب بين السطح والداخل ومنه نستنتج ان مادة GABA مادة تولد فرط الإستقطاب.

2β – دور GABA في الحالة الكهربائية لـ ع3: هو عبارة عن وسيط كيميائي طبيعي يمنع توليد سيالة عصبية (مادة مثبطة).

γ – التسجيلات المتحصل عليها في O1 ، O2 ، O4 عند التنبيه في ع1 بـ ت1:

في O1 كمون عمل احادي الطور.

في O2 عدم وجود كمون عمل.

في O4 كمون عمل أحادي الطور.

δ – دور الوسيطين: النهاية العصبية ع1 تفرز وسيط منبه وهو ACH بينما النهاية ع2 تفرز وسيط مثبط (كابح) هو GABA يولد فرط إستقطاب إذا السيالة العصبية خاضعة لوسيط منشط وآخر مثبط لإحداث توازن في العضوية.

– لا تستجيب (ص) لتنبيهين ت1 ، ت2 في آن واحد.

التعليل: لان مفعول الوسيط الكابح يلغي مفعول الوسيط المنشط (المنبه)، لأنه إدماج مفعول الوسيطين لا تصل إلى عتبة توليد كمون العمل.

جـ – من خلال النتائج يلاحظ:

إن GABA يعمل على إنفتاح قنوات خاصة لدخول شوارد الكلور Cl^- هذا يؤدي إلى فرط الإستقطاب.

Valium يقوي عمل الـ GABA إذا يرفع من نفاذية الغشاء لشوارد الـ Cl^- مؤديا إلى الإفراط في الإستقطاب



وذلك بزيادة عدد القنوات المفتوحة الخاصة بالـ Cl^- ولمدة أطول.

– نعم قدمت هذه النتائج تفسيرا للتسجيل 2 من الوثيقة (3) أي أن الإفراط في الإستقطاب سببه زيادة في نفاذية شوارد الـ Cl^- عبر القنوات المتعلقة بالفولطية وتزداد عدد القنوات المفتوحة بازدياد كمية GABA المحقونة.

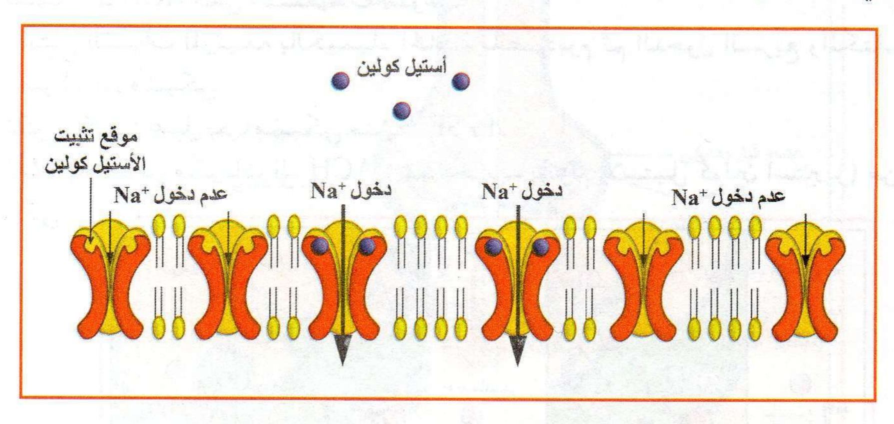
4 – انواع المشابك حسب التبليغ:
- مشابك ذات تبليغ كيميائي
- مشابك ذات تبليغ كهربائي

	المشبك الكيميائي	المشبك الكهربائي
1	الحيز المشبكي واسع	الحيز المشبكي ضيق
2	وجود وسيط كيميائي	عدم وجود الوسيط
3	تنتقل السيالة بالوسيط الكيميائي	تنتقل السيالة مباشرة عبر القنيات
4	السرعة بطيئة	السرعة كبيرة (أسرع)
5	يؤدي عمل منبه ومثبط	يؤدي عمل منبه فقط

إجابة التمرين 12

1 – أ – الترتيب: هي مرتبة أي : أ ← ب ← جـ ← د ← هـ

ب – الرسم :



جـ – أ ـ وصول موجة زوال الإستقطاب إلى نهاية العنصر القبل مشبكي (الزر المشبكي).

ب ـ فتح قنوات الكالسيوم المتعلقة بالفولطية فدخول الكالسيوم إلى هيولي العنصر القبل مشبكي.

جـ ـ تحرير الوسيط الكيميائي (المبلغ العصبي) وهو الأستيل كولين من قبل العنصر القبل مشبكي في الحيز المشبكي.

د ـ تثبيت المبلغ على المستقبلات الغشائية المتواجدة على الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي وفتح القنوات المرتبطة بالكيمياء فدخول الـ Na^+ فتشكل كمون عمل على العنصر البعد مشبكي.

هـ ـ تخريب الوسيط حتى لايبقى تأثيره مستمرا وإعادة إمتصاصه من قبل العنصر القبل مشبكي.

نوع المشبك منشط لأنه بعد تثبيت الوسيط على المستقبلات إنفتاح القنوات ودخول الصوديوم.

2 – أ – التسجيل في مستوى المشبك 1: كمون عمل منشط (زوال إستقطاب).

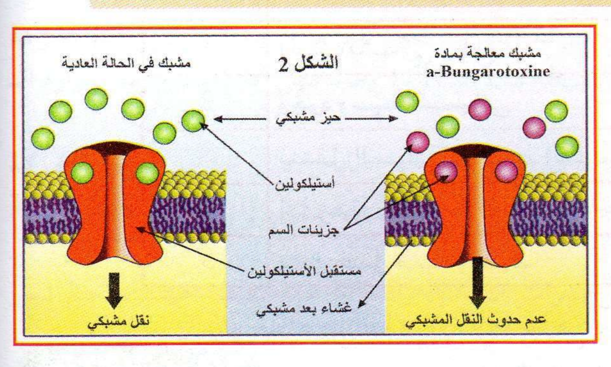
التسجيل في مستوى المشبك 2: كمون مثبط (فرط إستقطاب).

التسجيل في مستوى المشبك 3: كمون راحة.

ب – الإختلاف في النتائج سببه إختلاف في تأثير هذه المواد الكيميائية.



المـــــــادة	تأثيـرهـــــا
الأستيل كولين ACH	تتثبت على مستقبلاتها النوعية الموجودة على غشاء العنصر البعد مشبكي فتفتح القنوات الكيميائية لـ Na^+ دخول الـ Na^+ فزوال الإستقطاب وانعكاسه.
الـ GABA	بعد ان تفرز تتثبت على مستقبلاتها فتفتح القنوات الكيميائية لـ Cl^- فدخول الكلور فحدوث ← فرط الإستقطاب.
α – Bungarotoxine (α – بونغاروتوكسين)	تتثبت على مستقبلات الـ ACH مانعة الـ ACH من التثبيت ← فعدم فتح القنوات ← فعدم زوال الإستقطاب (كمون راحة).



جـ – كيفية تأثير α – Bungarotoxine على المشبك:
تتثبت جزيئات هذه المادة السامة على مستقبلات الـ ACH نظرا لأن بنيتها تشبه بنية الـ ACH مما يمنع تثبيت الـ ACH على مستقبلاتها فعدم إنفتاح القنوات فعدم تشكل كمون عمل بعد مشبكي.

كيفية عمل مشبك منشط : (كيفية تأثير الـ ACH على مستوى المشبك):

1) وصول موجة زوال الإستقطاب.
2) إلتحام الحويصل المشبكي بالغشاء بعد دخول الكالسيوم Ca^{++} عبر قنواتها الفولطية.
3) تحرير الـ ACH.
4) تثبيت الـ ACH على المستقبلات النوعية.
5) إنفتاح القنوات المرتبطة بالكيمياء الخاصة بالصوديوم ثم الدخول السريع والمكثف للصوديوم إلى داخل العنصر البعد مشبكي.
6) تكوين كمون عمل بعد مشبكي منشط PPSE.
7) إعادة إمتصاص مكونات الـ ACH (بعد تخريبه بإنزيم الأستيل كولين أستيريز) من قبل العنصر القبل مشبكي.

4 كيفية عمل مشبك مثبط : 1: وصول كمون العمل

كيفية عمل مشبك مثبط: (كيفية تأثير الـ GABA على مستوى المشبك):

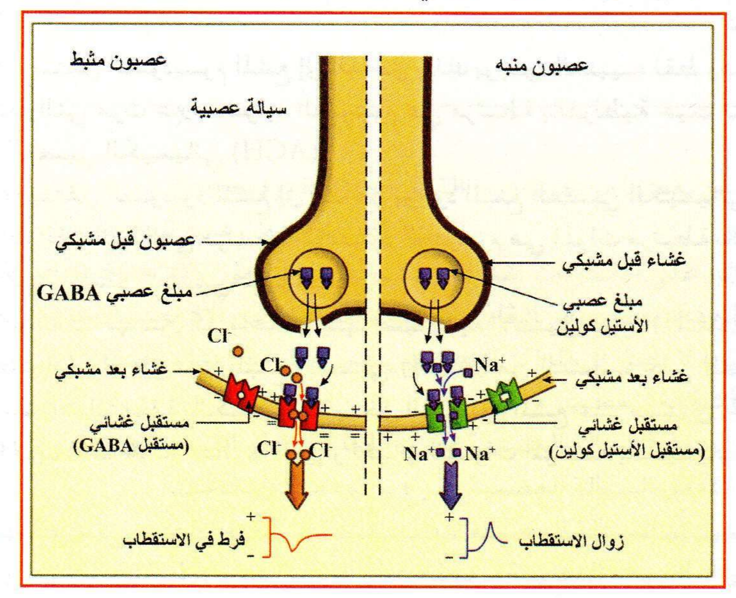
1) وصول كمون عمل.
2) إلتحام الحويصل المشبكي بالغشاء بعد دخول الـ Ca^{++} عبر قنواتها الفولطية.
3) تحرير الـ GABA في الحيز المشبكي.
4) تثبيت الـ GABA على مستقبلاتها الموجودة على العنصر البعد مشبكي.
5) فتح قنوات الـ Cl^- المرتبطة بالكيمياء ودخول الكلور.
6) إنفتاح قنوات الـ K^+ فخروج الـ K^+.
7) ظهور فرط إستقطاب يترجم بكمون بعد مشبكي مثبط PPSI.
8) إعادة إمتصاص العناصر الناتجة من تفكيك الـ GABA.

إجابة التمرين 13

I – 1 – طبيعة المشابك مع التعليل : – طبيعة المشبك (1): المشبك مثبط.
التعليل: ظهور فرط في الإستقطاب.
– طبيعة المشبك (2): المشبك تنبيهي.
التعليل: تشكل كمون PPSE فوق العتبة أدى تشكيل كمون عمل.
– طبيعة المشبك (3): المشبك تنبيهي.
التعليل: لظهور الكمون الغشائي بعد المشبكي، لكن دون العتبة.

2 – التفسير: – عند التنبيه في ت1 ، ت2: الكمون الغشائي المتشكل على مستوى العصبون المحرك هو محصلة لكمونين بعد مشبكيين "منبه و مثبط" الكمون المتشكل محصلته لم تتجاوز عتبة زوال الإستقطاب، لذلك لم يتشكل كمون عمل.
– عند التنبيه في ت1 ، ت2 ، ت3 : الكمون الغشائي المتشكل على مستوى العصبون المحرك، هو محصلة لكمونين بعد مشبكي منبهين وكمون مثبط، الكمون المتشكل تجاوز عتبة زوال الإستقطاب، لذلك تشكل كمون عمل.

II – 1 – التوضيح : – في ت1: أثر تثبيطي بإفراز مبلغ مثبط مثل الـ GABA.
– في ت2: أثر تنبيهي بإفراز مبلغ منبه مثل الأستيل كولين.
– الرسم على المستوى الجزيئي لالية التأثير:



2 – شرح كيف يدمج العصبون الرسالة العصبية : يعمل العصبون المحرك على إيجاد المحصلة أو القيمة الجبرية للكمونات الغشائية بعد المشبكية المثبطة و الكمون أو الكمونات المنبهة، على مستوى المنطقة المولدة، فإذا كانت هذه المحصلة تتجاوز عتبة زوال الإستقطاب، تؤدي إلى تشكل كمون عمل، أما إذا كان أقل من عتبة زوال الإستقطاب فإنه يبقى موضعيا، تتم المحصلة الجبرية إما بتجميع فضائي أو تجميع زمني.

إجابة التمرين 14

1 – أ – البيانات: (1) كمونات عمل قبل مشبكية. (2) حويصل مشبكي. (3) عنصر قبل مشبكي.
(4) حيز مشبكي. (5) عنصر بعد مشبكي. (6) مبلغ كيميائي عصبي.
ب – العلاقة بين عدد الحويصلات المشبكية المحررة لمحتواها من المبلغ الكيميائي في الحيز المشبكي وتردد كمونات العمل القبل مشبكية طردية.



جـ – إن الرسالة القبل مشبكية وكذلك البعد مشبكية هي رسائل كهربائية مشفرة في تردد (تواتر) كمونات عمل وبالمقابل فإن الرسالة الكهربائية في الحيز المشبكي تتحول الى رسالة كيميائية مشفرة بتركيز المبلغ الكيميائي العصبي المحرر من الحويصلات المشبكية.

2 – أ – نوع المشبك س: مشبك مثبط.

ص: مشبك منشط.

ب – الليف "ل2" هو الذي يحقق أكبر سرعة.

جـ – $سر = \frac{\Delta س}{\Delta ز}$

بالنسبة لـ "ل1" Δ س = 15 – 5 = 10 مم

Δ ز = 3 – 1 = 2 ملي ثانية

$سر = \frac{\Delta س}{\Delta ز} = \frac{10}{2}$ = 5 مم/ملي ثانية = 5 م/ثا

بالنسبة لـ "ل2" Δ س = 30 – 10 = 20 مم

Δ ز = 3 – 1 = 2 ملي ثانية

$سر = \frac{\Delta س}{\Delta ز} = \frac{20}{2}$ = 10 م/ثا . نعم إن هذا يؤكد إجابة السؤال ب.

3 – أ – الحويصلات A: ينتقل الصوديوم المشع إلى الداخل وذلك بوجود التنبيه فقط وهذا يدل على أن القنوات الغشائية هذه والتي مرت عبرها شوارد الصوديوم هي مرتبطة بالفولطية حيث تنفتح بالتنبيه الفعال ولا تتأثر بالمبلغ العصبي الكيميائي (ACH).

الحويصلات B: ينتقل الصوديوم المشع إلى الداخل بوجود المبلغ العصبي الكيميائي (ACH) وهذا يدل على ان هذه القنوات الغشائية التي مرت عبراها شوارد الصوديوم هي قنوات مرتبطة بالكيمياء حيث تفتح فقط عند وجود وتثبيت المبلغ العصبي عليها فقط.

ب – الكورار مادة سامة لها نهايتين كل واحدة بنيتها تشبه بنية الأستيل كولين (ACH) فيتثبت على مستقبلين للـ ACH مانعة بذلك جزيئات المبلغ العصبي (ACH) من التثبيت على المستقبلات الخاصة بها، فلا تنفتح هذه القنوات المتعلقة بالكيمياء فلا يدخل الصوديوم المشع على مستوى الحويصلات B رغم وجود الـ ACH، أما الحويصلات A فلا تتأثر بالكورار لغياب القنوات المرتبطة بالكيمياء الخاصة بالـ ACH.

إجابة التمرين 15

أ – 1 – البيانات: (1) غشاء بعد مشبكي. (2) غمدشوان. (3) هيولي المحور الأسطواني.
(4) غشاء قبل مشبكي. (5) هيولي اليف العضلي. (6) لييف عضلي. (7) حيز مشبكي.

2 – تستجيب العضلة (الليفة العضلية) إثر تنبيه فعال لليف العصبي المحرك بالتقلص أو ينقل الليف العصبي المحرك السيالة العصبية بالإتجاه النابذ.

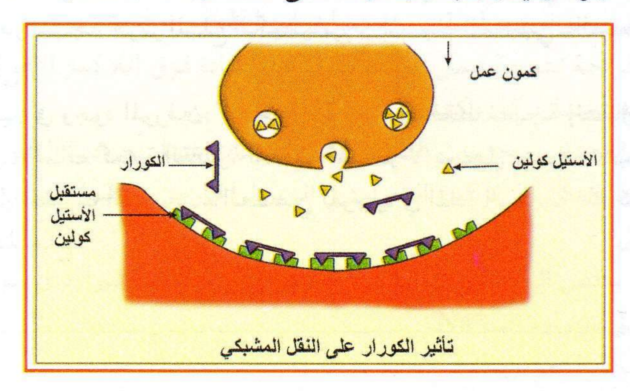
أو الليف العصبي المحرك قابل للتنبيه وينقل التنبيه بالإتجاه النابذ نحو الخلية البعد مشبكية.

ب – 1 – تفسير نتائج التجربة – أ – : تسجيل كمون عمل في الخلية بعد مشبكية نتيجة حقن الأستيل كولين في الشق المشبكي يدل على:

- أن هذا المشبك كيميائي.
- المبلغ الكيميائي في هذا المشبك هو الأستيل كولين (مبلغ منبه).
- يؤثر المبلغ الكيميائي المعني على الخلية بعد مشبكية لإحتوائها على مستقبلات غشائية وهي عبارة عن قنوات مبوبة كيميائيا..



2 – الإستنتاج: الكورار يمنع إنتقال السيالة العصبية (النبأ) من الخلية القبل مشبكية إلى الخلية بعد مشبكية.
3 – الأستيل كولين لا يؤثر إلا على مستوى الحيز المشبكي.
4 – المعلومات الإضافية المستنتجة أن:
– الأستيل كولين يؤثر على مستوى الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي وليس على مستوى الهيولي، لوجود المستقبلات الخاصة به أي النوعية (القنوات المبوبة كيميائيا).
– حتى يعمل الأستيل كولين يجب أن يتثبت على المستقبلات الغشائية الخاصة به.
5 – الرسم :



تأثير الكورار على النقل المشبكي

6 – نعم حدوث شلل يعود إلى تثبيت جزيئات الكورار على القنوات الغشائية المرتبطة بالكيمياء منافسة في ذلك جزيئات الأستيل كولين وبالتالي تمنع إنتقال النبأ إلى الخلية البعد مشبكية (الليفية العضلية) فيصاب الحيوان بالشلل.

إجابة التمرين 16

أ – تختلف هذه الألياف عن بعضها من حيث : – القطر (سميكة ورفيعة).
– البنية (ذات نخاعين وعديم النخاعين).

ب – 1 – إن للمورفين تأثير على الكمونات الممثلة والمسؤولة عن الشعور بالألم المتأخر خاصة فهو يعمل على إلغائها.
الإستنتاج : المورفين يعمل على إلغاء الكمونات المسؤولة عن الألم فعدم الإحساس بالألم.
2 – السيالة العصبية لا تصل إلى المراكز العصبية بنفس السرعة، هناك إختلاف في سرعة وصولها ويتعلق ذلك بنوع الإلياف المشكلة للعصب.
الفرضيات: – تنتقل السيالة العصبية أسرع كلما كان قطر الليف أكبر.
– تنتقل السيالة العصبية أسرع بوجود مادة النخاعين.

جـ – 1 – نلاحظ من الجدول أن السيالة العصبية تزداد بازدياد قطر الليف العصبي ونوع الليف.
الإستنتاج: سرعة السيالة العصبية مرتبطة بقطر الليف العصبي ذو النخاعين ونوع الليف هل هو نخاعيني أو عديم النخاعين.
2 – نعم أن هذه النتائج تسمح بالتحقق من الفرضية السابقة.
3 – تستخدم للتخفيف من الألم عند بعض المرضى.

د – 1 – المشبك ف (2 – 1)... مثبط لأنه عند تنبيه الليف 2 نسجل عدم الإحساس بالألم.
المشبك ف (1 – 3)... منبه لأنه عند تنبيه الليف 1 نسجل الإحساس بالألم.
2 – المادة P عبارة عن مبلغ عصبي كيميائي للمشبك المنبه ف (1 – 3) المسؤول عن الإحساس بالألم في حين الإنكيفالين مبلغ كيميائي للمشبك المثبط ف (2 – 1) والتي تثبط عمل المشبك السابق.
3 – نستنتج من مقارنة نتائج التجربتين (2 و 3) أن للمورفين نفس تأثير الإنكيفالين.
4 – الفرضيات: المورفين يعيق عمل المبلغ الكيميائي عن طريق:
– المورفين ينشط إفراز الإنكيفالين.
– المورفين يمنع تحلل الإنكيفالين.



– المورفين يعمل عمل الإنكيفالين.
– يتثبت المورفين على مستقبلات الأنكيفالين.

هـ – 1 – نعم تتفق مع الفرضية الرابعة أن المورفين يتثبت على المستقبل الغشائي الخاص بالمبلغ الكيميائي وبالتالي يمنع تثبيته.

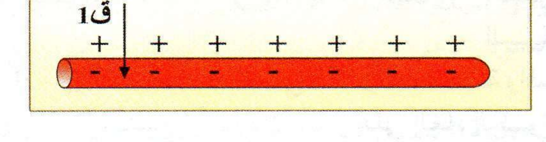
2 – التسجيل (أ) في غياب المورفين :
– إحساس بالألم الخاطف نتيجة إنتقال سيالة عصبية إلى المركز العصبي بواسطة الألياف الكبيرة القطر. أما الإحساس بالألم المتأخر نتيجة تحرير المبلغ الكيميائي في المشبك العصبي ـ العصبي وتثبيته على مستقبلات الغشاء بعد مشبكي.
– أما التسجيل (ب) في وجود المورفين: نسجل الألم الخاطف فقط نتيجة إنتقال السيالة العصبية إلى المركز العصبي عن طريق الألياف كبيرة القطر، اما الألم المتأخر لا يسجل نتيجة تثبيت المورفين على مستقبلات المبلغ الكيميائي في المشبك العصبي ـ العصبي الموجود في المادة الرمادية للنخاع الشوكي وبالتالي لا تنتقل السيالة العصبية للدماغ.

إجابة التمرين 17

1 — أ – دور راسم الإهتزاز المهبطي: – يمكن من دراسة الظواهر الكهربائية لغشاء الليف ومشاهدتها.
– لا يمكن الإستغناء عن المضخم لأن الكمونات الغشائية من رتبة الميلي فولط، وهذا يتطلب تضخيمها حتى يتسنى تسجيلها بوضوح على شاشة راسم الإهتزاز المهبطي.

ب – التغير المشاهد مع التعليل: كمون راحة.
– لأننا تحصلنا على التسجيل دون تنبيه الليف.

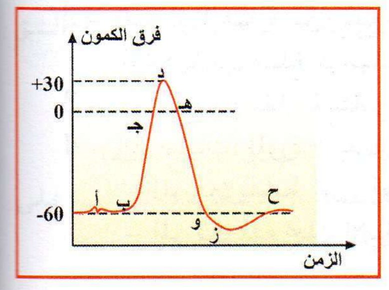
جـ – الخاصية: الإستقطاب (الرسم المجاور).



2 — العنوان: كمون عمل أحادي الطور.
التحليل: – أ : إشارة بدء التنبيه.
– أ ب: زمن الكمون.
– ب جـ: زوال وإنعكاس في الإستقطاب.
– جـ د : عودة الإستقطاب.
– د هـ : فرط الإستقطاب.
– هـ و : العودة إلى كمون الراحة.

إجابة التمرين 18

I — 1 – عندما يكون المسرى م1 على السطح ← فرق الكمون 0 ← تماثل شحنات السطح الخارجي من الليف العصبي.
المسرى م1 داخل هيولي الليف ← فرق الكمون 60– ملي فولط ← إختلاف في الشحنات داخل وخارج الليف (وجود فرق في الكمون).
الإستنتاج: غشاء اليف العصبي يفصل بين شحنات موجبة في الخارج وسالبة في الداخل ← مستقطب.



2 – يمثل الجزء ع كمون عمل أحادي الطور.
التعليل: كمون عمل لأنه حصل عليه إثر تنبيه فعال.
أحادي الطور لأنه م1 داخل الليف م2 مرجعي.
الجزء ص : كمون راحة.

3 – تحليل ظاهرة كمون العمل فيزيائيا:
أ ب : الزمن الضائع (زمن الكمون).

ب جـ : زوال الإستقطاب. جـ د : إنعكاس الإستقطاب.
د هـ و: عودة الإستقطاب. و ز : فرط الإستقطاب.
ز ح : العودة إلى كمون الراحة.
الإستنتاج: يولد التنبيه الفعال موجة زوال إستقطاب.
4 – زوال وإنعكاس الإستقطاب نتيجة الدخول السريع و المكثف لشوارد الـ Na^+.
– عودة الإستقطاب نتيجة خروج شوارد الـ K^+.
– فرط الإستقطاب نتيجة إستمرارية خروج شوارد الـ K^+.
– العودة إلى كمون الراحة نتيجة عمل المضخة السريع لإعادة فرق التركيز الأصلي.
5 – طبيعة السيالة العصبية : كهروكيميائية.

II — 1 – تحليل المنحنيات : المنحنيات الثلاثة تمثل كمونات عمل أحادية الطور مع وجود إختلاف في سعة هذه الكمونات نتيجة إختلاف في تركيز الشوارد في الوسط الخارجي: كلما نقصت تركيز شوارد الـ Na^+ نقصت سعة كمون العمل.
الإستنتاج: فيما يخص العلاقة بين الكمون الغشائي و تركيز الشوارد في الوسط الخارجي: زوال وإنعكاس الإستقطاب يتعلق بشوارد الـ Na^+.
2 – الرسم: (راجع إجابة التمرين 27).

إجابة التمرين 19

1 — أ – سبب إستعمال ماء البحر : وجود تشابه في التركيب والتركيز الشاردي بين دم الكالمار (الوسط الطبيعي) وماء البحر.
ب – الإشكالية : يفصل الغشاء الهيولي لليف بين وسطين مختلفي التركيز، الوسط الخارجي غني بـ Na^+ وفقير بـ K^+، والوسط الداخلي (الهيولي) غني بـ K^+ وفقير بـ Na^+ مما يطرح سؤال: لماذا لا يحدث ميز لهاتين الشاردتين؟
جـ – الفرضيات المقترحة:
– الأولى : ان غشاء الليف غير نفوذ للشاردتين (K^+ Na^+).
– الثانية : غشاء الليف نفوذ للشاردتين ولكنه يتدخل بظاهرة حيوية للحفاظ على عدم تساوي التراكيز.

2 — أ – تظهر التجربة ان الغشاء الهيولي نفوذ لشوارد Na^+.
ب – α – المعلومة المقدمة مع التعليل: طرح شوارد Na^+ عكس تدرج التركيز يستهلك طاقة على شكل ATP.
– التعليل: إضافة DNP في ز1 (يمنع تشكل الـ ATP) أدى إلى تناقص كبير في تدفق Na^+.
– إضافة ATP في ز4 زاد نسبيا في تدفق Na^+.
– عودة إنتاج الـ ATP من طرف المحور عند التخلص من DNP في ز6 عمل على عودة تدفق Na^+ إلى حالته الطبيعية.
β – الغرض من إستعمال الـ AMP: التأكد من إرتباط التدفق بإستهلاك الطاقة حيث أن الـ AMP مثل الـ ATP إلا أنها فقيرة بالطاقة.
γ – نعم تم التحقق من إحدى الفرضيتين.
– يتدخل الغشاء بصفة فعالة للحفاظ على إختلاف التوزع الشاردي مما يتطلب إستهلاك طاقة لنقل الشوارد عكس تدرج تركيزها (نقل فعال).

3 — أ – تحليل المنحنى:
– من التركيز 0 ألى 100 ميلي مول/ لتر يزداد الكمون الغشائي بسرعة.
– من التركيز 100 ميلي مول/ لتر إلى 400 يزداد الكمون الغشائي ببطء ليبلغ (60–) ميلي فولط.
– من التركيز 400 ميلي مول/ لتر فما فوق يثبت الكمون الغشائي في 60– ميلي فولط.
ب – منشأ الكمون: الكمون الغشائي ناتج عن الإختلاف في التوزع الشاردي المتباين بين داخل وخارج المحور، وهنا



ما تؤكده نتائج الوثيقة (4) فكلما زاد فرق تركيز K^+ بين داخل وخارج المحور كلما زادت قيمة الكمون الغشائي إلى حد التركيز الطبيعي 400 ميلي مول/ لتر إي ان كمون الراحة سببه شوارد K^+ لذا يسمى بكمون البوتاسيوم.

4 — أ – التفسير: (ب جـ) زوال الإستقطاب وإنعكاسه الذي يفسر بدخول شوارد Na^+ :
– عند منع دخول Na^+ إنعدام كمون العمل.
– عند إنخفاض تركيز Na^+ خارج المحور أثر ذلك على سعة كمون العمل سلبا.
– (جـ د) عودة الإستقطاب الذي يفسر بخروج شوارد K^+.
ب – التفسير: (د هـ) فرط في الإستقطاب يفسر باستمرار خروج K^+.
(هـ و) عودة الغشاء إلى كمون الراحة الذي يفسر بتدخل مضخة K^+/Na^+، بطرح Na^+ وإدخال K^+، عكس تدرج تركيزهما بإستهلاك الطاقة.

إجابة التمرين 20

1 — نوع التنبيه: ميكانيكي (آلي).
2 — أ – كل خط عمودي يمثل كمون عمل أحادي الطور.
ب – نلاحظ إرتفاعا في تردد كمونات العمل من الحالة 1 إلى الحالة 3 مرورا بالحالة 2، ومنة هنا نستنتج أنه كلما تزداد سعة الحركات السريعة المنبهة للزغب كلما إرتفع تردد كمونات العمل على مستوى العصبون المستقبل.
3 — أ – يمثل هذا التسجيل كمونات عمل بعد مشبكية.
ب – تتميز كمونات عمل الحالة 1 بتباعدها وسعتها ضعيفة.
أما كمونات عمل الحالة 2 تتميز بتقاربها الذي أدى إلى إندماجها وإرتفاع سعتها.
الإستنتاج: إن التقارب الزمني لكمونات العمل البعد مشبكية ضعيفة يؤدي إلى إندماج وبالتالي الحصول على كمون عمل بعد مشبكي ذو سعة أكبر كما في الحالة 2.
4 — أ – التسجيل المحصل عليه بواسطة O2 بعد التنبيه الفعال للعصبون B هو فرط إستقطاب.
ب – وصول موجة زوال الإستقطاب إلى نهاية العصبون C.
– دخول شوارد الكالسيوم في هيولي العصبون C من جهة المشبك.
– تحرير المبلغ العصبي GABA وتثبيته على المستقبلات الخاصة به على الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي.
– فتح القنوات المرتبطة بالكيمياء فدخول الـ Cl^- وفتح قنوات البوتاسيوم فخروج البوتاسيوم، فينتج عن ذلك فرط إستقطاب.
جـ – إن العصبون C يثبط (يكبح) نشاط العصبون D.
5 — المشبك بين B و C هو مشبك منشط.
المشبك بين D و C هو مشبك مثبط (كابح).
6 — إن العصبون D يقوم بإدماج كمونات العمل البعد مشبكية المنبهة والمثبطة مما ينتج عنه توصيل أو عدم توصيل المعلومات إلى المخ.
إذا وصلت المجموع الجبري لهذه الكمونات عتبة التنبه ← تكوين كمون عمل.
إذا وصلت المجموع الجبري لهذه الكمونات دون العتبة ← عدم تكوين كمون عمل.

إجابة التمرين 21

1 — التعرف على المشبكين
الشكل 1 ← مشبك كيميائي
الشكل 2 ← مشبك كهربائي



البيانات: 1 ـ زر مشبكي. 2 ـ حويصل مشبكي. 3 ـ خلية بعد مشبكية. 4 ـ جزيئات المبلغ الكيميائي المفرزة. 5 ـ غشاء قبل مشبكي. 6 ـ حويصل مشبكي في حالة إفراز. 7 ـ قناة كيميائية. 8 ـ غشاء بعد مشبكي. 9 ـ لييفات. 10 ـ هيولي العنصر قبل المشبكي. 11 ـ ميتوكوندري. 12 ـ مرور الشوارد عبر قنوات الإتصال. 13 ـ قنوات الإتصال.

2 — المقارنة:

	المشبك الكيميائي	المشبك الكهربائي
1 ـ الحيز المشبكي	يوجد حيز بين الغشائين القبل والبعد مشبكي	إتصال الغشائين القبل والبعد مشبكي (لايوجد حيز)
2 ـ المبلغ الكيميائي	وجود مبلغ كيميائي	غياب المبلغ الكيميائي

الإستنتاج: يوجد إستمرارية بين الغشائين القبل والبعد مشبكي في المشابك الكهربائية عكس المشابك الكيميائية.

3 — أ – المعلومة المستخلصة: ينتقل النبأ من الخلية القبل مشبكية إلى الخلية البعد مشبكية مباشرة عبر قنوات الإتصال التي تربط بين غشاء الخليتين القبل والبعد مشبكية.

ب – أوجه الإختلاف بين المشبكين تكمن في:

بنيوية: إرتباط الغشاء قبل مشبكي بالغشاء بعد مشبكي في المشابك الكهربائية عبر قنوات.

وجود حيز مشبكي في المشابك الكيميائية.

وظيفية: – ينتقل النبأ في المشبك الكهربائي بفضل قنوات الإتصال.

– ينتقل النبأ في المشبك الكيميائي عن طريق مبلغ كيميائي.

إجابة التمرين 22

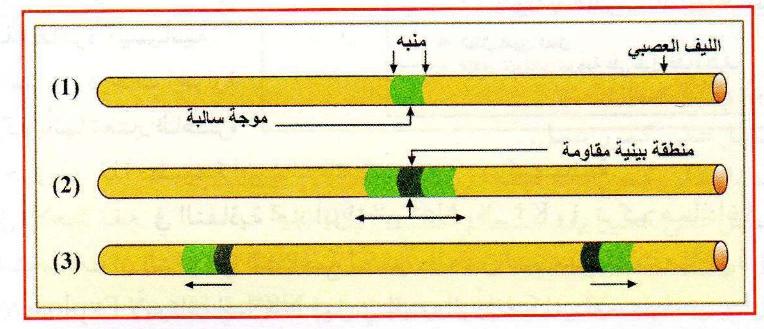
1 — أ – إن كمية الشحنة الكهربائية السالبة (شدة المنبه) الخاص بكل تنبيه على حدة غير كافية لإثارة كمون العمل، لكن في حالة وقوعها متتابعة و متقاربة تتجمع كمية الشحنات لمختلف التنبيهات أي تضيف تأثيرها لبعضها البعض لترتقي إلى عتبة التنبه و تعرف هذه الظاهرة بالتجميع الزمني Sommation temporelle.

ب – يؤدي التنبيه الفعال إلى توليد موجة سالبة.

– بداية إنتشار الموجة السالبة في الإتجاهين المعاكسين مع ظهور منطقة بينية مقاومة محددة الدور المقاوم.

– تتبع المنطقة المقاومة من الخلف موجة إزالة الإستقطاب مانعة إياها من الرجوع إلى الخلف تضمن بذلك تقدمها إلى الأمام.

فبعد تنبيه فعال يصبح الليف خلال مهلة قصيرة غير قابلة للتنبيه على الإطلاق، تعبر هذه الفترة (المهلة) عن الدور المقاوم المطلق لليف الذي يتبعه دور مقاوم نسبي يكون الليف أثناءها أقل تنبيها لذا خلال هذا الدور يجب رفع مدة التنبيه الثاني ليصبح فعالا.



2 — أ – يتميز هذا التسجيل (3) بطورين أساسيين أ ، ب يعني هذا التسجيل تغايرا في بنية أو وظيفة الألياف العصبية المكونة لهذا العصب، طورا هذا المنحنى يدل على وجود نوعين من الألياف العصبية على الأقل في هذا العصب:

– ألياف ذات سرعة كبيرة تعبر عنها الجزء "أ" من المخطط الكهروعصبي.



– ألياف ذات سرعة أقل يعبر عنها الجزء "ب" من المخطط الكهروعصبي.

نستخلص أن سرعة التوصيل في الألياف مختلفة حسب نوع الألياف العصبية.

ب – تزودنا هذه المعطيات بـ :

• سرعة السيالة العصبية تتناسب طردا مع قطر الليف النخاعيني حيث :

$6/1 = 12/2 = 30/5 = 60/10 = 120/20$

أي العلاقة بين القطر والسرعة الطردية و1 قطر = 6 سرعة فيمكننا حساب سرعة السيالة العصبية في ليف نخاعيني آخر إذا علمنا قطره، فمثلا إذا كان قطر ليف آخر هو 12 ملي ميكرون فالسرعة تكون $12 \times 6 = 72$ م ثا$^{-1}$ وهكذا سرعة السيالة في الألياف النخاعينية السميكة أكبر من الألياف النخاعينية الرفيعة لأن المسافة بين إختناق رانفير وآخر موالي يتناسب طردا مع قطر الليف ففي الحالة الألى تكون القفزات طويلة وفي الحالة الثانية قصيرة.

اختناق Ranvier
غمد نخاعيني
إزالة الاستقطاب وانعكاسه
إعادة الاستقطاب
انتشار كمون العمل: نقل بالتيار القفزي
ليف نخاعيني
تنبيه
إزالة استقطاب
إعادة استقطاب
انتشار كمون العمل: نقل بالتيار المحلي
ليف لا نخاعيني
الشكل : 1

• سرعة السيالة العصبية في الألياف النخاعينية أكبر من الألياف عديمة النخاعين لأنه في الحالة الأولى يكون الإنتقال بشكل قفزات من إختناق رانفير لآخر موالي أما في الحالة الثانية فيكون الإنتقال بشكل تيارات محلية تنتقل من نقطة إلى أخرى.

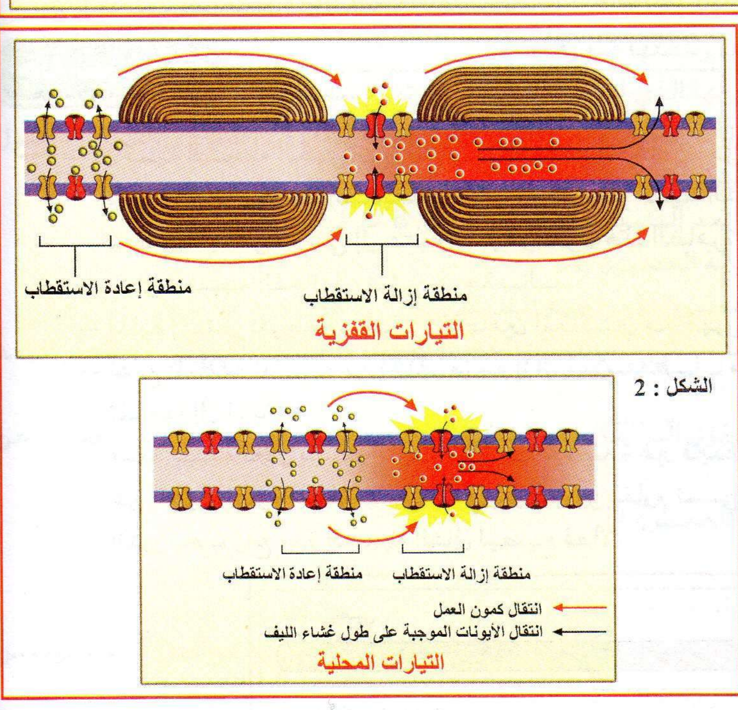
• سرعة السيالة العصبية تتأثر بدرجة الحرارة وتتضاعف عند رفع درجة الحرارة 10 م° في حدود التجربة تقريبا.

• تتأثر سرعة السيالة العصبية بنوع الحيوان الذي أخذ منه الليف.

جـ – إختلاف السرعة يدل على أن السيالة العصبية ليست بتيار كهربائي :

– تأثيرها بدرجة الحرارة دلالة على ربط السيالة بظاهرة كيميائية.

– تأثيرها بالمخدرات ودرجات الحرارة القصوى يؤكد بأنها تعتبر ظاهرة بيولوجية (حيوية). لذا فطبيعة السيالة العصبية هي بيوكيميائية.



3 — أثناء كمون العمل نلاحظ تغير في النفاذية تجاه أيوني الـ Na^+ والـ K^+ وفي تركيزهما داخل المحور.

يبين تحليل هذه المنحنيات أن التغيرات المصاحبة لكمون العمل تتم على ثلاث مراحل:

– دخول مكثف Explosive لأيونات الـ Na^+ فيؤدي إلى زوال وإنعكاس الإستقطاب.

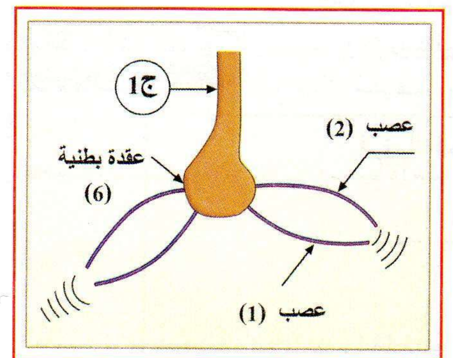
– خروج بطيء نسبيا لأيونات الـ K^+ مؤديا إلى عودة الإستقطاب.

– رجوع كل من تركيز الأيونات والنفاذية إلى قيمتها الأصلية بعمل المضخة.



إجابة التمرين 23

كيف يعمل المركز العصبي عند الصراصير (العقدة البطينة 6) على دمج المعلومات التي تصله؟



تحليل تسجيلات الوثيقة (3):

- التنبيه الفعال للعصب (1) المتصل بالعقدة البطينة (6) أدى إلى تسجيل كمون عمل أحادي الطور، يدل ذلك على إنتقال السيالة العصبية إلى العنصر بعد مشبكي.
- نستنتج أن نوع المشبك هنا هو مشبك تنبيهي .
- التنبيه الفعال للعصب (2) المتصل بالعقدة البطينة (6) أدى إلى عدم تسجيل كمون في العنصر بعد مشبكي، يدل ذلك على عدم مرور السيالة العصبية إلى الخلية بعد مشبكية.
- نستنتج أن نوع المشبك هنا هو مشبك تثبيطي .
- التنبيه الفعال للعصبين (1)، (2) في نفس الوقت أدى إلى عدم تسجيل كمون عمل يدل ذلك على عدم مرور السيالة العصبية إلى الخلية بعد مشبكية و ذلك ناتج عن دمج السيالة العصبية التنبيهية (1) والتثبيطية (2)، فكانت المحصلة الجبرية للإدماج عدم تسجيل كمون عمل [عدم مرور السيالة العصبية].

التأكد من ذلك بالرجوع على الوثيقة (4):

- التنبيه في العصب (1) ادى على تسجيل كمون عمل في الجهاز (ج2) سعته ≤ العتبة ويمكن التأكد من ذلك بتسجيل كمون عمل في الجهاز (ج3) [منطقة الإدماج العصبي].
.....المشبك (س): مشبك منشط.
- التنبيه في العصب (2) أدى إلى تسجيل فرط إستقطاب في الجهاز (ج2) ونتج عن ذلك عدم تسجيل كمون في الخلية بعد مشبكية في الجهاز (ج3).
..... المشبك (ع): مشبك مثبط.
- التنبيه في العصبون (1)، (2) أدى إلى عدم مرور السيالة العصبية إلى الخلية بعد مشبكية لان محصلة إدماج التنبيهين < العتبة.

نستنتج من كل هذا أن إستجابة هذه الصراصير إثر التنبيه بتيارات هوائية بسيطة يتوقف على إستقبال هذه التنبيهات بواسطة القرون البطنية المتصلة بالعقدة البطنية (6)، وأن حدوث او عدم الإستجابة (تكوين كمون عمل) يتوقف على العصب المنبه (1 أو 2) أو العصبون (1، 2) معا ومحصلة الإدماج العصبي للأعصاب التي تم تنبيهها.

إجابة التمرين 24

1 — أ – نوع الإستجابة في كل جهاز:
- في O1 نحصل على كمون عمل.
- في O2 نحصل على كمون بعد مشبكي منبه (PPSE) (منشط).
- في O3 نحصل على كمون بعد مشبكي مثبط (PPSI).

ب – المشبك بين ل1 و ل2 هو مشبك منبه لانه حصلنا على PPSE في O2.
- المشبك بين ل3 و ل4 هو مشبك مثبط لأنه حصلنا على PPSI في O3.

2 — أ – المبلغ العصبي المتدخل في نقل السيالة العصبية بين العصبونين ل1 و ل2 هو حمض الغلوتاميك لأنه حصلنا على كمون عمل في مستوى O2.
- المبلغ العصبي المتدخل في بين ل3 و ل4 هو الـ GABA لأنه حصلنا على PPSI على مستوى O3.




ب – غياب فرط الإستقطاب بعد وضع مادة الـ Bicuculline يدل على ان هذه المادة تمنع تأثير الـ GABA إما :
– منع تحرير الـ GABA. أو
– إحتلاله لمستقبلات الـ GABA على مستوى الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي.

إجابة التمرين 25

I – 1 –

أ ب = زمن الكمون (الزمن الضائع)
ب جـ = زوال الإستقطاب وإنعكاسه
جـ د = عود الإستقطاب
د هـ = فرط الإستقطاب
هـ و = العودة إلى كمون الراحة

فرق الكمون mv
0
-70
أ ب جـ د هـ و
الزمن ms

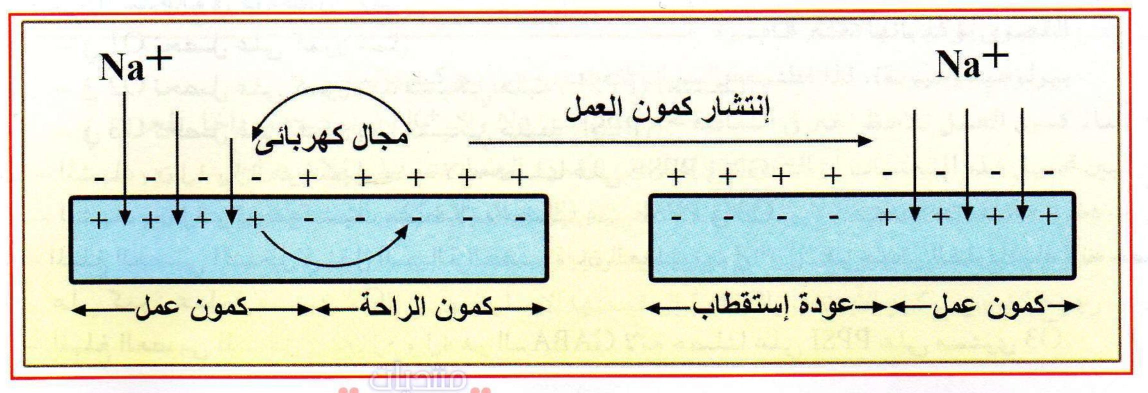
2 – ب جـ = زوال الإستقطاب وإنعكاسه نتيجة دخول شوارد الـ Na^+.
جـ د = عودة الإستقطاب نتيجة خروج شوارد الـ K^+.
د هـ = فرط إستقطاب نتيجة إستمرارية خروج شوارد الـ K^+.
هـ و = العودة إلى كمون الراحة نتيجة عمل المضخة.

3 – المنحنى أ = كمون عمل واحد لنوعي الألياف أي إندماج كمونات عملها نظرا لقرب ق1 من ن2.
المنحنى ب = نظرا لزيادة المسافة ق1 ن2 بدات تظهر ذروتين لكموني عمل.
الذروة الكبيرة تسبق الذروة الصغيرة، لأنها تمثل مجموع كمونات عمل الألياف الأكثر عددا (66,66 %) والأسرع ناقلية للسيالة العصبية كونها ذات قطر كبير (14 ميكرون).
المنحنى جـ = زاد الإنفصال بين ذروتي كموني العمل لنوعي الألياف وذلك لبعد المسافة ق1 – ن2 (100 مم).
المنحنى د = يزداد الإنفصال أكثر عن حالة جـ نظرا لبعد المسافة (150 مم).

4 – سرعة إنتشار السيالة في الألياف السريعة (14) ميكرون.
السرعة = Δ س / Δ ز = 100 × 0,001 / 2,5 × 0,001 = 40 م/ ثا.
سرعة إنتشار السيالة في الإلياف البطيئة (5) ميكرون.
السرعة = Δ س / Δ ز = 100 × 0,001 / 5 × 0,001 = 20 م/ ثا

II – 1 – تحليل المنحنى: كمون الراحة المقاس يزداد بزيادة تركيز شوارد الـ K^+ في داخل الليف إلى أن يصل إلى قيمته الحقيقية (70– ملي فولط) وذلك عندما يصل تركيز شوارد الـ K^+ إلى 400 ملي مول/ لتر (لاحظ المنحنى). وهو التركيز الحقيقي الذي يتواجد عليه في الليف العصبي.
النتيجة: إذا فارق التركيز فيما يخص شوارد الـ K^+ هو السبب الحقيقي لكمون الراحة.

2 – إن الدخول المكثف لشوارد الـ Na^+ نتيجة التنبيه الفعال هو السبب الحقيقي لكمون العمل.



إجابة التمرين 26

أ – المرحلة الأولى:

1 – الليف A: ليف عصبي ذو نخاعين. الليف C: ليف عصبي عديم النخاعين.

2 – التسجيل 1: يبين أن الشعور بالألم (الحرارة) يعود لتولد سيالتين (من اليسار إلى اليمين) الأولى سريعة (النوع A) لأنها ذات نخاعين تنتقل بشكل تيارات قفزية والثانية بطيئة (النوع C) لأنها عديمة النخاعين تنتقل بشكل تيارات محلية.

3 – نعم تؤكد وتعطي معلومات إضافية: حيث التسجيل الأول مسؤولة عنه الالياف ذات النخاعين بينما التسجيل الثاني مسؤولة عنه الألياف عديمة النخاعين.

ب – المرحلة الثانية:

1 – المعلومات المستخرجة من المرحاتين:

أ – الألياف A و C هي ألياف حسية مسؤولة عن نقل الشعور بالطعم الحار.

ب – يعود المذاق الحار إلى مادة الكبسيين المتواجدة في الفلفل الحار.

– تحتوي بعض الألياف الحسية على بروتينات غشائية خاصة لها مواقع تثبيت من جهة الهيولي لمادة الكابسيين.

2 – مسار المذاق الحار: يمكن تمثيل ذلك في المخطط التالي : أكل الفلفل الحار يؤدي إلى تحرير مادة الكابسيين منه ← نفوذ هذه المادة عبر الغشاء الهيولي للألياف العصبية الحسية و بتواجد بروتينات غشائية خاصة (VR – 1) تتثبت جزيئات الكابسيين على مواقع خاصة تؤدي إلى نفوذ الشوارد عبر القنوات (مثل شوارد الـ Na^+) فيتولد كمون عمل في هذه الألياف الحسية لتنقل الإحساس بالطعم الحار.

إجابة التمرين 27

1 – نلاحظ من الجدول أنه هناك تباين في توزيع الشوارد على جانبي الغشاء الهيولي حيث تركيز الصوديوم في الوسط الخارجي أكبر من هيولي المحور بحوالي (9) أضعاف في حين تركيز البوتاسيوم داخل المحور أكبر من الوسط الخارجي بـ (20) مرة.

– **الإشكالية:** ما سبب هذا الإختلاف في التركيز او بالأحرى لماذا لا يحدث ميز لهاتين الشاردتين.

2 – إن كمون العمل ينشأ نتيجة توزع جديد للشوارد السابقة على جانبي الغشاء.

3 – أ – **التحليل:**

0 - 1,5 ملي ثانية : إن مرحلة زوال وإنعكاس الإستقطاب يوافقها تيار أيوني داخلي وفي هذه الفترة يزداد عدد القنوات المفتوحة من النمط (1) ويبلغ أقصاه عند (1) ملي ثانية ثم يقل عددها لتغلق كلية عند (2,5) ملي ثانية.

1,5 – 5 ملي ثانية : مرحلة عودة الإستقطاب وفرط الإستقطاب يوافقها تيار أيوني خارجي ويوافق ذلك زيادة في عدد القنوات المفتوحة من النمط (2) ببطؤ لتبلغ أقصاه عند (2) ملي ثانية ثم يقل عددها لتغلق كلية عند (5) ملي ثانية.

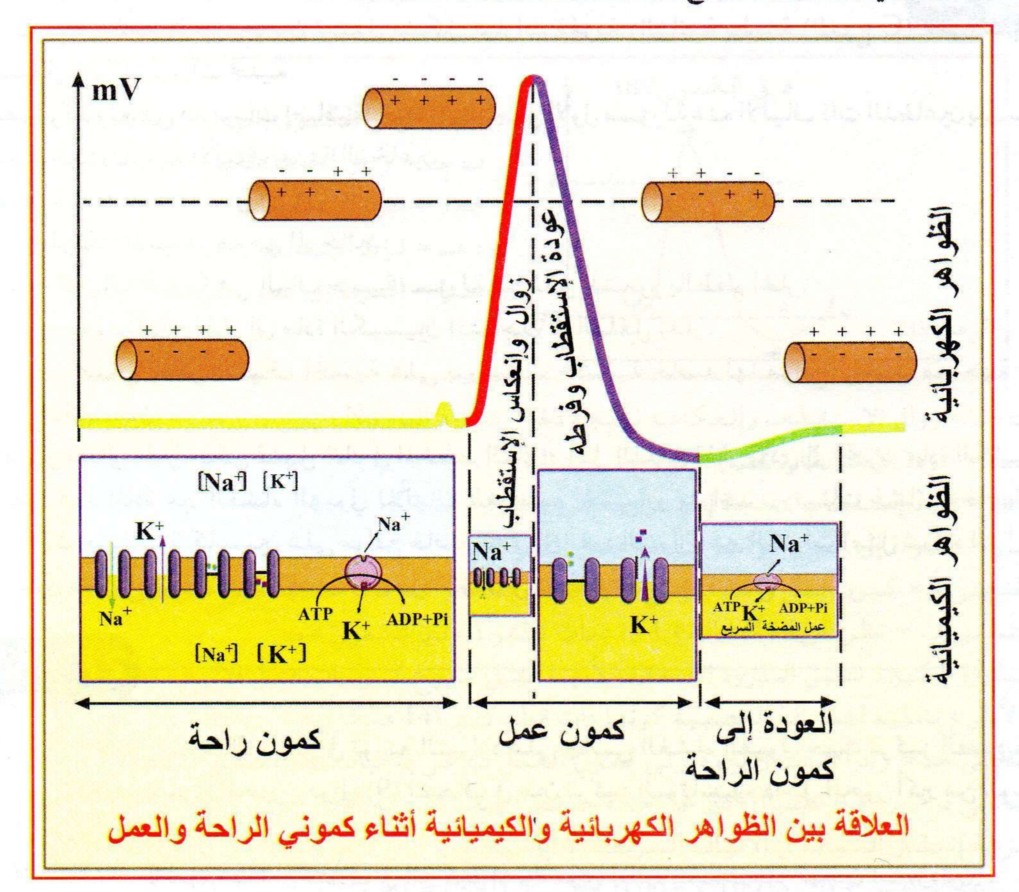
ب – نعم. **التعليل:** حسب معطيات الجدول، فإن الشوارد التي يمكن أن يحدث لها ميز في التيار الداخلي هي شوارد الصوديوم وهذا يتفق مع زيادة الشحنة الموجبة في الداخل والسالبة في الخارج، أما التيار الخارج فإن الشوارد التي يحدث لها ميز مع هذا التيار هي شوارد البوتاسيوم وهذا يسبب في عودة الإستقطاب بزيادة كمية الشحنة السالبة في الداخل والموجبة في الخارج.

إذا التيار الداخل يتم عبر قنوات مرتبطة بالفولطية (النمط 1) خاصة بشوارد الصوديوم مسببة زوال وإنعكاس الإستقطاب، والتيار الخارج يتم عبر قنوات مرتبطة بالفولطية (النمط 2) وهي خاصة بشوارد البوتاسيوم مسببة عودة وفرط الاستقطاب.

جـ – إن كمون العمل مظهر كهربائي للسيالة العصبية ويترجم بإنعكاس مؤقت للإستقطاب ينتقل على طول الليف وينتج عن :



– الدخول السريع والمكثف لشوارد الـ Na^+ عبر القنوات المتعلقة بالفولطية بعد فتحها مسببة زوال وإنعكاس الإستقطاب مع بقاء قنوات الـ K^+ المتعلقة بالفولطية مغلقة.
– غلق قنوات الـ Na^+ المتعلقة بالفولطية وفتح قنوات البوتاسيوم K^+ المتعلقة بالفولطية فالخروج البطيء للبوتاسيوم وبكميات أقل من الصوديوم مسببة عودة الإستقطاب وتأخر غلق قنوات الـ K^+ يتسبب في إستمرارية خروج الـ K^+ مسببة فرط إستقطاب.



العلاقة بين الظواهر الكهربائية والكيميائية أثناء كموني الراحة والعمل

إجابة التمرين 28

1 — دور العصبونات : تدل معطيات التجارب أن:
– العصبون "أ" و العصبون "جـ" منبهان.
– العصبون "ب" مثبط.

2 — التحليل : إن التجارب السابقة تبين بأن العصبون "ب" لها مشابك تحوي حويصلاتها المشبكية على المبلغ العصبي GABA وهي مثبطة لذا فهذه المشابك كابحة (مثبطة).
إن العضلة لا تعمل إلا بعد إزالة مفعول الـ GABA.
الإستنتاج: إن مشابك العصبون "ب" هي مثبطة تثبط الرسائل العصبية الواردة إلى العصبون "جـ" والليف العضلي "ل".

3 — أ – التسجيل في O1 كمون عمل أحادي الطور.
– التسجيل في O2 كمون بعد مشبكي منبه PPSE.
– التسجيل في O3 كمون عمل أحادي الطور.
– التسجيل في O4 كمون بعد مشبكي مثبط PPSI.

ب – عند تنبيه العصبون "أ" لا يحدث تقلص عضلي لأنه التنبيه غير فعال وهذا معناه أن الكمون البعد مشبكي لا يكون كافيا إلا إذا كانت التنبيهات متتالية.





– أما العصبون "ب" فلها مشابك مثبطة.
جـ – يمكن ان نحصل على تقلص الليف العضلي "ل" إذا أحدثت تنبيهات فعالة على العصبون "أ".
د – إن الـ GABA بعد إفرازه يتثبت على المستقبلات النوعية الموجودة على الغشاء الهيولي البعد مشبكي تعمل على فتحها فدخول الـ Cl^- تعمل على زيادة فرط الإستقطاب وبالتالي تثبيط إنتقال الرسالة العصبية.

إجابة التمرين 29

إستغلال الوثيقة 1:

التجارب 1، 2 و 3: التسجيلات المحصل عليها في O1 (المخروط المحوري هي القطعة البدائية للعصبون الحركي)، هي الناتجة عن تنبيه ألياف واردة من العضلة التي يسبب عصبونها الحركي تقلصها بتنبيهات متزايدة الشدة في
التجربة 3: التنبيه بالشدة C وهي الأقوى في هذه التجارب تولد كمون عمل يتميز بفترة زوال وإنعكاس الإستقطاب ثم عودة الإستقطاب، إن كمون العمل هذا قابل للإنشار يسجل في O2.
التجارب 1 و 2: إن التنبيهات A و B بشدة أقل من C لا تولد كمون عمل ولكن فقط زوال إستقطاب سعته تزداد بإزدياد شدة المنبه: فهو كمون بعد مشبكي منبه إجمالي (PPSE) الناتج عن مجموع الـ PPSE الأولية الناتجة عن نشاط كل ليف من الألياف الجابذة المنبهة، إن سعة هذا الـ PPSE لا يصل إلى عتبة زوال الإستقطاب في التجارب 1 و 2 ولا يولد كمون عمل، إن هذه العتبة تكون في حدود (–55 mv) إذا أخذنا بعين الإعتبار التجربة (3) أين PPSE الإجمالي وصل إلى سعة كافية لتوليد كمون عمل، إن الـ PPSE لا ينتشر على طول المحور الأسطواني وبالتالي لا يتم تسجيل أي شيء في O2 أثناء التجارب 1 ، 2.
النتيجة: إن المشابك المتدخلة بين الألياف الجابذة و العصبون الحركي هي مشابك منبهة.
– إن تنبيه كهربائي بشدة كافية يولد في ليف جابذ كمون عمل قبل مشبكي الذي يترجم على مستوى المشبك بتحرير كمية محددة من مبلغ عصبي منبه، إن هذا الأخير هو المسؤول على توليد PPSE أولي في المنطقة البعد مشبكية وهو ضعيف السعة وأقل بكثير من العتبة.
أثناء التجارب 1 ، 2 يولد التنبيه كمون عمل على الألياف الحسية ومجموع الـ PPSE الأولية (وهي تساوي PPSE إجمالي) الناتجة على مستوى القطعة الأولية للعصبون الحركي لم تصل إلى عتبة الإستقطاب، في حين التنبيه C يجند عدد كافي من الألياف القبل مشبكية حتى يصل الـ PPSE الإجمالي إلى هذه العتبة مما يؤدي إلى توليد كمون عمل قابل للإنتشار: هناك تجميع فضائي لكمونات العمل الواردة.

التجارب 4 و 5:
التجربة 4: إن تنبيهين متقاربين بشدة B تسمح بتسجيل في O1 كمونين من نوع PPSE لم تصل إلى عتبة زوال الإستقطاب مما يؤكد النتائج السابقة:
– إن عدد الألياف المجندة (المتدخلة) في كل تنبيه غير كافية للحصول على PPSE إجمالي له سعة كافية لتوليد كمون عمل.
التجربة 5: إن عدد الألياف المجندة هو نفسه (شدة B) ولكن في هذه الحالة التنبيهات متتالية بسرعة فإن الـ PPSE الإجمالي الناتج له سعة كافية لتوليد كمون عمل.
النتيجة: في التجربة (5) الـ PPSE الناتج عن التنبيه الأول لا يزول تماما (مدته حوالي 10 ملي ثانية) عندما يصل الكمون الوارد الثاني، فإن الـ PPSE الثاني يضيف تأثيره للأول و بالتالي سعة أكبر كافية للوصول إلى العتبة وتوليد كمون عمل بعد مشبكي قابل للإنتشار يسجل في O2 فيحدث في هذه الحالة تجميع زمني.
الخلاصة: إن التجارب المدروسة تسمح بإظهار الخواص الإدماجية للعصبون التي تترجم بقدرته على جمع فضائي وزماني للمعلومات الواردة إليه.
– إن الألياف المنبهة الآتية من العضلة القابضة متصلة عن طريق عصبون موصل (جامع) إلى العصبون الحركي الذي يتحكم في تقلص العضلة الباسطة المعاكسة.
– إن تنبيه هذه الألياف يترجم بفرط إستقطاب غشاء العصبون الحركي سعته تزداد بازدياد شدة المنبه للشدات A ، B ، C ، D. كما في التجارب المدروسة في الوثيقة 1 فإنها عبارة عن كمونات بعد مشبكية إجمالية تكون هنا



مثبطة (PPSI) التي تجعل العصبون الحركي أصعب للتنبيه لأنها تسبب له فرط إستقطاب.
لشدة تنبيه ضعيفة A مثلا، أن عدد الألياف الواردة المتدخلة (المجندة) تكون قليلة فهي تولد على مستوى العصبون الجامع، PPSI إجمالي (تجميع فضائي) سعته متوسطة تترجم برسالة يكون فيها تواترات كمون العمل ضعيفة نسبيا (التواتر يتناسب طردا مع سعة الـ PPSI الإجمالي مما يسبب تحرير كمية قليلة من المبلغ العصبي المثبط على مستوى العصبون الحركي ومنه PPSI سعته ضعيفة (1 ملي فولط).
– إن تزايد شدة التنبيه يسبب تدخل (تجنيد) عدد اكبر فاكبر من الألياف الواردة بتجميع فضائي مما يؤدي إلى توليد PPSI على مستوى العصبون الجامع سعته أكبر فأكبر وهو أصل رسالة عصبية تواترها أكبر فأكبر على مستوى الإتصالات (المشابك) مع العصبون الحركي فكمية المبلغ العصبي تزداد و أنواع الـ PPSI الأولية الناتجة عن وصول كمونات حيث تنتشر في العصبون الجامع فيتم جمعها مما يؤدي إلى توليد PPSI إجمالي سعته تتزايد: هناك تجميع زمني.
إن سعة الـ PPSI الإجمالي تزداد (A ، B ، C و D) إلى أن تكون كل الألياف الآتية من العضلة القابضة مجندة (D)، إنطلاقا من هذه القيمة لشدة التنبيه فإن سعة الـ PPSI الإجمالي لن تزداد مهما كانت شدة المنبه (E).
الخلاصة: إن العصبون الحركي قادر على مستوى جسمه الخلوي على جمع كل أنواع الـ PPSE والـ PPSI الاولية الآتية من العصبونات القبل مشبكية، إن الكمون البعد مشبكي الإجمالي (منبه أو مثبط) يدمج في كل لحظة المعلومات التي تصل إلى العصبون الحركي: إن هذا الأخير يمثل وحدة معالجة للمعلومات الواردة.

إجابة التمرين 30

1 — البيانات: (1) عضلة قابضة. (2) ليف عصبي حسي. (3) جذر خلفي. (4) المادة الرمادية.
(5) عصبون واصل (مشرك أو جامع). (6) جذر امامي. (7) ليف عصبي حركي.

2 — العضلة ع1: عضلة قابضة. العضلة ع2: عضلة باسطة.

3 — العلاقة بين كتلة الأثقال (شدة المنبه) وتردد كمونات العمل طردية.

4 — أ –

التنبيه (ت)	تسجيل كمون عمل على الأسيلوسكوب (O)				
	O_1	O_2	O_3	O_4	O_5
ت1	+	+	+	—	+
ت2	—	—	—	—	—
ت3	—	—	+	+	—
ت4	+	—	+	—	+

+ : تسجيل كمون عمل — : عدم تسجيل كمون عمل

ب – عدم تسجيل كمون عمل في العصبون الحركي للعضلة القابضة لأنه أصبح مثبطا تحت تأثير المبلغ العصبي المثبط الذي يحرر من قبل العصبون الواصل (الجامع).
في حين العصبون الحركي للعضلة الباسطة أصبح منبها بفعل المبلغ العصبي المنشط الذي يحرر من قبل نهايات الألياف العصبية الحسية.
جـ – رسم المشبك (راجع التمرين 6).

إجابة التمرين 31

أ – إستغلال الوثيقة 1 (حلل وفسر): إن حقن الـ GABA لوحده في الحيز المشبكي يسبب فرط الإستقطاب (PPSI) للعصبون الحركي الذي تنتقل عنده قيمة الكمون الغشائي من 70– إلى 76– ملي فولط: إن مشابك الـ GABA هي مشابك مثبطة (كابحة).



إن حقن الـ GABA والبنزوديازيبين يسبب فرط إستقطاب أشد حوالي 10– ملي فولط (من 70– إلى 80– ملي فولط). إن والبنزوديازيبين يقوي من تأثيرات الـ GABA وهو مبلغ طبيعي وذلك بزيادة فرط الإستقطاب للعصبون الحركي الذي يصبح أقل قابلية للتنبيه (اكثر مقاومة)، حيث كمونه الغشائي يكون أبعد من عتبة توليد كمون العمل (الإبتعاد عن العتبة).

ب – إستغلال الوثيقة 2: ان الوثيقة 2 تبين وجود بروتينات غشائية (مستقبل -قناة) للكلور والتي تملك موقع تثبيت جزيئات الـ GABA وموقع لتثبيت جزيئات البنزوديازيبين، إن تثبيت جزيئة واحدة من الـ GABA على موقعه يسبب إنفتاح قناة الكلور.

الوثيقة 2 ب تبين ان شوارد الكلور أثناء الراحة هي أكثر تركيزا (560) خارج الخلية منه في داخل الخلية (40).

إن إنفتاح قناة واحدة للكلور إثر تثبيت الـ GABA تسبب مرور شوارد الكلور حسب تدرج التركيز من الوسط الخارجي إلى داخل الخلية: هذه الشوارد تسبب زيادة في الشحن السالبة داخل الخلية مسببة هكذا فرط الإستقطاب الملاحظ في الوثيقة 1 -ب.

جـ – إستغلال الوثيقة 3: تبين هذه الوثيقة أن تثبيت الـ GABA على مستقبلات البعد مشبكي يزيد بشكل طردي مباشر مع كمية البنزوديازيبين المحقونة في الشق المشبكي ليصل إلى حد أقصى (عندما تشغل كل مستقبلات الـ GABA) بالنسبة لكميات من البنزوديازيبين تقدر بحوالي 400 نانومول.

الخلاصة: إن البنزوديازيبين عندما ترتبط بالمستقبلات النوعية المتمثلة بقنوات الكلور فإنها تنشط تثبيت الـ GABA على نفس المستقبلات النوعية و من ثم إنفتاحها، إن هذا الإنفتاح الأقوى يسبب في زيادة سعة فرط الإستقطاب للعصبون الحركي.

إذا البنزوديازيبين له تأثير مهدئ يزيد من صعوبة قابلية تنبيه العصب الحركي.

إجابة التمرين 32

1 – تسمية العناصر المرقمة : (1) مستقبل حسي (شبكية العين). (2) ألياف عصبية حسية (جابدة).
(3) مركز عصبي (الدماغ). (4) ألياف عصبية حركية (نابذة).
(5) عضلات اللسان (المنفذ). (6) حركة اللسان فمسك الحشرة (الاستجابة).

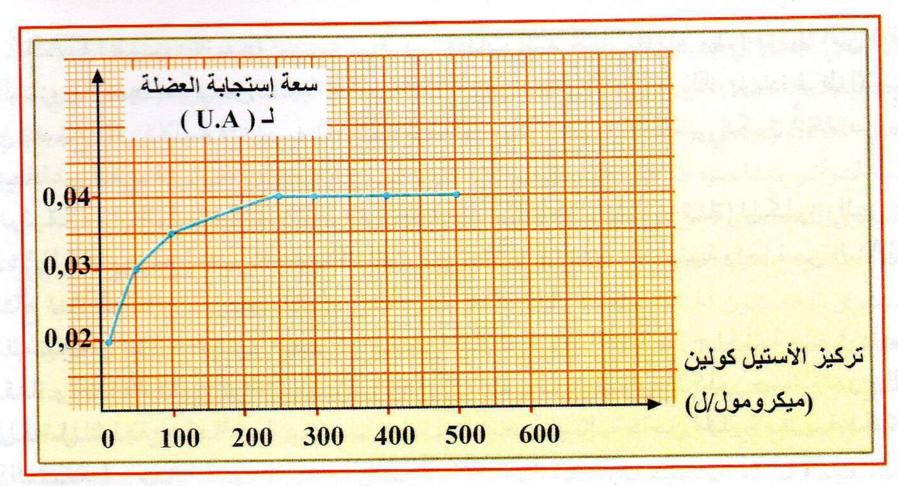
2 – تحليل المنحنى: يمثل المنحنى : كمون عمل أحادي الطور.

أ ب : زمن الكمون.
ب جـ : زوال الإستقطاب.
جـ د : إنعكاس الإستقطاب.
د هـ : عودة الإستقطاب.
هـ و: فرط الإستقطاب.
و ز : العودة إلى كمون الراحة.

3 – أ – التردد في a = 12
التردد في b = 18
التردد في c = 9

ب – تحليل الشكل (3):
– تغيرات كمونات العمل على مستوى العصب البصري مرتبطة بشكل نماذج الرعاش المعروضة.
– كمونات العمل لها نفس السعة رغم الإختلاف في التردد.
– تقديم النموذج يؤدي إلى زيادة في تردد كمونات العمل بشكل بسيط بالنسبة للنموذج (c) ومتوسطة بالنسبة للنموذج (a) ومعتبرة بالنسبة للنموذج (b).
– لم تسجل الإستجابة إلا بالنسبة للتردد الكبير (النموذج b).
– قبل و بعد العرض نسجل تردد ضعيف لكمونات العمل.

4 – أ – رسم المنحنى.



ب – تزداد سعة إستجابة العضلة بازدياد تركيز الأستيل كولين إلى غاية 300 ميكرومول / ل.
بعد 300 تصبح السعة ثابتة و مستقرة في القيمة 4×10^{-2}
– تفسر ذلك بإزدياد كمية الأستيل كولين تزداد عدد المستقبلات المشغولة من قبل الأستيل كولين إلى أن تشغل كل المستقبلات فتصبح بعد ذلك ثابتة.

جـ –



إجابة التمرين 33

I – 1 – التسجيل (1) من الوثيقة (1) عبارة عن كمون عمل أحادي الطور.

2 – خفض تركيز الـ Na^+ إلى 50 % تقريبا أدى إلى بطؤ في ظهور إزالة الإستقطاب ونقص في سعة كمون العمل مما يدل على أن شوارد الـ Na^+ لها علاقة بزوال وإنعكاس الإستقطاب هذا بالنسبة للتجربة (1).

– بالنسبة للتجربة (2) فإن عدم إنفتاح قنوات البوتاسيوم إدى إلى بطء كبير في إعادة الإستقطاب مما يؤكد تدخل أيونات البوتاسيوم في عودة الإستقطاب.

3 – تنبيه فعال ← فتح قنوات الصوديوم المتعلقة بالفولطية مع بقاء قنوات البوتاسيوم المتعلقة بالفولطية مغلقة ← دخول سريع و مكثف لشوارد الصوديوم ← زوال وإنعكاس الإستقطاب.

ثم إنفتاح قنوات الـ K^+ المتعلقة بالفولطية بعد إغلاق قنوات الصوديوم المتعلقة بالفولطية ← خروج بطيء ولفترة زمنية أطول لشوارد الـ K^+ ← عودة الإستقطاب.

II – 1 – البيانات: (1) حويصل مشبكي. (2) الغشاء الهيولي للعنصر القبل مشبكي.
(3) حيز مشبكي. (4) الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي.

2 – أ – تحليل المنحنى: العلاقة بين تركيز شوارد الكالسيوم وارتفاع قيمة كمونات إزالة الإستقطاب طردية إلى أن يبلغ قيمة قصوى في حدود صفر تقريبا ثم ينخفض هذا التركيز رغم زيادة قيمة كمونات إزالة الإستقطاب.

ب – يمكن تفسير التطور الملاحظ في تركيز شوارد الكالسيوم: إرتفاع قيمة كمونات إزالة الإستقطاب يؤدي إلى فتح قنوات الـ Ca^{++} فدخول الكالسيوم إلى هيولي العنصر القبل مشبكي ثم بعد ذلك تتدخل مضخة الكالسيوم لإخراجها بالنقل الفعال مما يفسر الإنخفاض التدريجي لتركيز شوارد الكالسيوم في العنصر القبل مشبكي.

3 – وصول موجة زوال الإستقطاب إلى نهاية العنصر القبل مشبكي يؤدي إلى فتح قنوات الكالسيوم المتعلقة

بالفولطية فدخول الكالسيوم الذي يعمل على حركة الحويصلات و تحرير محتواها في الحيز المشبكي فتتثبت جزيئات الوسيط على المستقبلات النوعية على الغشاء البعد مشبكي ففتح القنوات المبوبة كيميائيا فدخول الصوديوم فتكوين كمون عمل ثم تخريب المبلغ العصبي وإعادة إمتصاصه من قبل العنصر القبل مشبكي.

III — 1 – أ – التسجيل "ب": كمون بعد مشبكي منبه PPSE.

التسجيل "د": كمون بعد مشبكي مثبط PPSI.

ب – العصبونان "ع1" و "ع2" منبهان.

العصبون "ع3" عصبون مثبط.

2 – التسجيل "أ" تأثير التنبيهين (ع1 + ع1) حيث أدمجتا فتوصلت إلى عتبة التنبيه (تجميع زمني).

– التسجيل "جـ" تأثير التنبيهين ت(ع1 + ع2) حيث أدمجتا فتوصلت على عتبة التنبيه (تجميع فضائي).

3 – يقوم العصبون "ل" بدمج مختلف كمونات العمل المنبهة والمثبطة بحيث يستجيب هذا العصبون للحصيلة الجبرية للكمونات المنبهة والمثبطة.

إجابة التمرين 34

الجزء أ: إستغلال الوثيقة (1): كمون عمل.

هذه الوثيقة تبين بأنه إنطلاقا من الكمون الغشائي أثناء الراحة (60 mv–) حصلنا على كمون العمل. يتميز بمرحلتين متتاليتين:

– مرحلة زوال وإنعكاس الإستقطاب الغشائي، إن داخل الليف يصبح موجب الشحنة بالنسبة للخارج (40 mv + تقريبا).

– مرحلة عودة الإستقطاب التي بعد فرط الإستقطاب تقود إلى إسترجاع كمون الراحة.

الجزء ب: إستغلال الوثيقة (2): التركيب الشاردي للوسطين الخارج و الداخل خلوي، هذه الوثيقة تبين بأن :

– تركيز Na^+ خارج الخلية أكثر بعشرة أضعاف من داخل الخلية، إن تدرج التركيز الناشئ يعمل على إدخال شوارد الـ Na^+ إلى الخلية.

– بالعكس بالنسبة لشوارد الـ K^+ هي حوالي 29 مرة أكبر داخل الخلية من خارجه مما يؤدي إلى الخروج من الوسط الداخلي حسب تدرج التركيز.

الجزء جـ: الوثيقة (3):

التجربة (1): بإلغاء الكمون الغشائي فإننا نسبب زوال الإستقطاب الذي يؤدي فورا إلى ظهور تيار شاردي داخلي، رغم الحفاظ على زوال الإستقطاب بالكمون المفروض فإن الدخول يتباطأ حتى ينعدم بعد 1,5 ملي ثانية و هو متبوع بتيار شاردي خارجي الذي يتواصل حتى يتوقف الكمون المفروض.

التجربة (2) (الوثيقة 4): بإلغاء النفاذية الغشائية للـ Na^+ بمفعول الـ TTX فإننا نلغي التيار الشاردي الداخل، هذا الإخير ناتج إذا عن دخول شوارد الـ Na^+ إلى الخلية إستجابة لزوال الإستقطاب المفروض.

ويمكن ملاحظة أن التيار الخارج يكون عادي فيظهر بعد 0,5 ملي ثانية و يستمر إلى نهاية التجربة.

– الإستجابة الأولى لزوال إستقطاب العصبون تترجم بدخول فوري لشوارد الـ Na^+ للخلية.

التجربة (3) (الوثيقة 4): بإلغاء النفاذية لشوارد الـ K^+ عن طريق الـ TEA نقوم بإلغاء التيار الشاردي الخارج، فهو ناتج إذا عن مرور شوارد الـ K^+ من الوسط الداخل خلوي إلى الوسط الخارج خلوي.

– نلاحظ كذلك التيار الداخل يكون عاديا فهو يتوقف تماما "بعد 3 ملي ثانية تقريبا" رغم الكمون المفروض.

– الظاهرة الثانية التي تصيب العصبون إستجابة لزوال الإستقطاب تتميز بخروج متأخر لشوارد الـ K^+ بالنسبة لشوارد الـ Na^+.

الخلاصة: تسلسل الظواهر التي تميز كمون العمل.

إن التنبيه يؤدي إلى زوال الإستقطاب مماثل لزوال الإستقطاب المفروض في التجارب السابقة، إذا كان زوال الإستقطاب هذا لا يتعدى العتبة (مثل ماتذكره معطيات التجربة 1) فهو يؤدي في البداية إلى زيادة نفاذية الغشاء لشوارد الـ Na^+ وهكذا دخول هذه الشوارد حسب تدرج تركيزها (تيار داخلي) مما يزيد في زوال



الإستقطاب وبالتالي نفاذية الغشاء لشوارد الـ Na^+ : إنه الجزء الصاعد من كمون العمل، بهذه الظاهرة التجديدية عندما تنطلق فهي لا علاقة لها بشدة المنبه، فإن الغشاء يصبح جد نفوذ لشوارد الـ Na^+، هذه النفاذية المكثفة لشوارد الـ Na^+ هي مؤقتة. إن زوال الإستقطاب يسبب زيادة تدريجية لنفاذية الـ K^+ (التيار الخارج)، إن التأثيرين (تناقص ثم توقف النفاذية لشوارد الـ Na^+، زيادة النفاذية لشوارد الـ K^+) يؤديان إلى إعادة ثم فرط إستقطاب الغشاء، إذا كان زوال الإستقطاب أقل من العتبة فإن تزايد النفاذية لشوارد الـ Na^+ غير كافية لإنطلاق التجديد الذي هو أصل كمون العمل.

إجابة التمرين 35

1 — أ – البيانات: (1) مادة بيضاء، (2) مادة رمادية، (3) جسم الخلية، (4) شق خلفي.

ب – الألياف A: نخاعينية وذات قطر سميك. الألياف B: نخاعينية ذات قطر متوسط.

الألياف C: عديمة النخاعين وذات قطر رفيع.

2 — المنحنى 1: عبارة عن حصيلة كمونات عمل الألياف ذات سرعة توصيلية كبيرة (الألياف A).

المنحنى 2: عبارة عن حصيلة كمونات عمل الألياف ذات سرعة توصيلية متوسطة (الألياف B).

المنحنى 3: عبارة عن حصيلة كمونات عمل الألياف ذات سرعة توصيلية ضعيفة (الألياف C).

3 — أ – المقارنة بين عتبة تنبيه هذه الألياف.

الألياف A لها عتبة تنبيه منخفضة.

الألياف B لها عتبة تنبيه متوسطة.

الألياف C لها عتبة تنبيه عالية.

إذا عتبة تنبيه الألياف C > عتبة تنبيه الإلياف B > عتبة تنبيه الألياف A.

ب – الألياف A تنقل السيالة المسؤولة عن الإحساس باللمس.

الألياف B تنقل السيالة المسؤولة عن الألم المطاق المتموضع.

الألياف C تنقل السيالة المسؤولة عن الالم الشديد المنتشر.

إجابة التمرين 36

1 — التسجيل أ: ينتقل الكمون الغشائي من 70– إلى 72– ملي فولط إذا هناك فرط إستقطاب الغشاء m1 للعصبون الحركي، إنه كمون بعد مشبكي مثبط PPSI ← المشبك المعني بالتنبيه S1 هو مشبك مثبط (كابح).

التسجيل ب: ينتقل الكمون الغشائي من 70– إلى 67– ملي فولط إذا هناك زوال إستقطاب غشاء العصبون الحركي، إنه كمون بعد مشبكي منبه PPSE ← المشبك المعني بالتنبيه S2 هو مشبك منشط.

2 — التسجيل جـ: إن التنبيه المحدث في S3 يولد PPSE سعته 10 ملي فولط.

التسجيل د: إن التنبيه الحدث في S3 المرفق بتنبيه في S2 يولد PPSE سعته 6 ملي فولط (أقل من 10)، إذا المشبك المعني في S4 (D) قد ثبط جزئيا مفعول العصبون S3 على العصبون الحركي ← إن المشبك مثبط.

3 — أ – بعدحقن المادة الأولية للـ ACH الموسومة، نلاحظ زيادة الإشعاع على مستوى (m1) بعد التنبيه في S3 وهذا يسمح لنا بالقول أن المبلغ العصبي للمشبك B هو الأستيل كولين (ACH).

– بحقن المادة الاولية للـ GABA الموسومة نلاحظ زيادة الإشعاع على مستوى (m2) وهذا يبين أن المبلغ العصبي للمشبك (D) هو الـ GABA.

ب – إن تناقص كمية الـ ACH المحررة أثناء التنبيهين S4 ثم S3 بالنسبة لتلك الكمية المحررة أثناء تنبيه S3 لوحدة يبين ان الـ GABA المتدخل في المشبك D يثبط تحرير الـ ACH في المشبك (B) إذا المشبك D (ذات الـ GABA) هو مثبط للمشبك B (ذات الـ ACH)، منبه بالنسبة لـ m1.

4 — العنوان: مشبك عصبي– عصبي.

البيانات: (1) ميتوكوندري. (2) حويصل مشبكي. (3) غشاء العصبون قبل المشبكي.

(4) شق مشبكي. (5) غشاء العصبون البعد مشبكي.



إجابة التمرين 37

1 — أ – كل تسجيل عبارة عن كمون عمل أحادي الطور.
ب – (1) زمن الكمون. (2) زوال وإنعكاس الإستقطاب. (3) عودة الإستقطاب. (4) فرط إستقطاب.
(5) العودة إلى كمون الراحة.
جـ – التسجيلين "أ" و "ب" لهما نفس السعة ويختلفان فقط في زمن الكمون حيث زمن الكمون لـ "أ" أقل من زمن الكمون لـ ب.
– الإختلاف يعود إلى المسافة و بالدرجة الأولى إلى المشبك.

2 — أ – إنهما متشابهان من حيث السعة والأطوار.
ب – الزيادة في تركيز شوارد الـ Ca^{++} خارج الخلية أدى إلى زيادة في سعة كمون العمل للعصبون (2) فقط وتستغرق أطواره مدة أطول.
جـ – إن تنبيه العصبون (1) ← زيادة نفاذية الغشاء الهيولي للعصبون (1) لشوارد الـ Ca^{++} ← زيادة في سعة كمون عمل العصبون (2) حيث تستغرق أطواره مدة أطول.

3 — التسجيل "أ" قبل إضافة الكورار و التسجيل "هـ" بعد إضافة الكورار، نلاحظ بأن التسجيلين متماثلين قبل وبعد إضافة الكورار .
التسجيل "ب" قبل إضافة الكورار والتسجيل "و" وبعد إضافة الكورار نلاحظ إختلافا واضحا حيث سعة التسجيل "و" ضعيفة جدا.

4 — أ – البيانات: (1) هيولي العنصر قبل مشبكي. (2) حويصل مشبكي. (3) ميتوكوندري.
(4) غشاء العنصر القبل مشبكي. (5) هيولي العنصر البعد مشبكي.
(6) الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي. (7) عنصر قبل مشبكي. (8) شق مشبكي.
(9) عنصر بعد مشبكي.
ب – شوارد الـ Ca^{++} تعمل على تكوين تيارات هيولية فهجرة الحويصلات المشبكية بإتجاه الغشاء الهيولي قبالة الحيز المشبكي وطرح محتوياتها في الحيز المشبكي.
جـ – الكورار يتثبت على المستقبلات الغشائية الخاصة بالأستيل كولين مما يعرقل تثبيت هذا الإخير على مستقبلاتها فعدم تكوين كمون عمل.

5 — وصول كمون العمل إلى نهاية العنصر قبل المشبكي ← فتح قنوات الـ Ca^{++} المتعلقة بالفولطية فدخول شوارد الـ Ca^{++} ← هجرة الحويصلات المشبكية فتحرير محتوياتها (المبلغ العصبي) في الحيز المشبكي ← تثبيت المبلغ العصبي على المستقبلات النوعية ففتح القنوات ← تكوين كمون عمل ← تخريب المبلغ العصبي لكي لا يبقى تأثيره مستمرا ← إمتصاصه من قبل العنصر القبل مشبكي.

إجابة التمرين 38

1 — البيانات: (1) غشاء هيولي. (2) هيولي. (3) حويصل مشبكي. (4) ميتوكوندري. (5) غشاء قبل مشبكي.
(6) حيز مشبكي. (7) غشاء بعد مشبكي. (8) هيولي عضلية. (9) أكتين. (10) ميوزين.
(11) قطعة عضلية. (12) لييف عضلي.
العنوان: لوحة محركة (مشبك عصبي عضلي).

2 — تفسير النتائج:
التجربة الأولى: مرور السيالة العصبية من العنصر (أ) إلى العنصر (ب) يتم بواسطة تحرير محتوى العناصر (3).
التجربة الثانية: المشبك ذو إتجاه واحد ينقل السيالة العصبية من (أ) إلى (ب) وليس العكس أي من العنصر القبل مشبكي إلى العنصر البعد مشبكي (القطبية).
التجربة الثالثة: إن محتوى العناصر (3) هي المسؤولة عن النقل المشبكي (توليد كمون عمل في العنصر البعد مشبكي).



التجربة الرابعة: إن محتوى العناصر (3) هي مادة الأستيل كولين.
التجربة الخامسة: شوارد الكالسيوم تتسبب في طرح محتوى العناصر (3) في المنطقة (6).
التجربة السادسة: إن مادة الكورار تثبط النقل المشبكي.
التجربة السابعة: مادة الكورار توقف عمل الأستيل كولين بالتثبت على مستقبلات الأستيل كولين.

3 — وصول موجة زوال الإستقطاب إلى نهاية العنصر (أ) يؤدي إلى دخول شوارد الكالسيوم إلى العنصر (أ) وشوارد الكالسيوم تعمل على هجرة وتلامس محتويات الحويصلات المشبكية (الأستيل كولين) بظاهرة الإطراح إلى الحيز المشبكي ثم تثبيت الـ ACH على مستقبلات نوعية (قنوات مبوبة كيميائيا) موجودة على غشاء العنصر البعد مشبكي مسببا في فتحها فدخول الصوديوم مسببة زوال إستقطاب (كمون عمل) ثم لابد من تخريب الأستيل كولين بإنزيم الأستيل كولين استيريز و إعادة إمتصاصها من قبل العنصر القبل مشبكي.
— الرسم راجع التمرين 12

4 — تقسم إلى نوعين: — مشابك ذات تبليغ كيميائي. — مشابك ذات تبليغ كهربائي.

إجابة التمرين 39

1 — أ — البيانات: (1) نواة. (2) شبكة محببة (حبيبات نسل). (3) جهاز كولجي. (4) حويصل إفرازي.
(5) غشاء هيولي. (6) إستطالة هيولية. (7) جسم الخلية العصبية. (8) المحور الأسطواني.
(9) التغصنات الإنتهائية(الزر). (10) مشبك عصبي عضلي. (11) حويصلات مشبكية.
(12) حيز مشبكي. (13) لييف عضلي. (14) مستقبل غشائي نوعي.
(15) عنصر قبل مشبكي. (16) عنصر بعد مشبكي.

ب — تفسير نتائج التجارب:
التجربة الأولى: وجود كمون عمل يعني مرور السيالة العصبية من الليف العصبي إلى الليف العضلي وتناقص عدد الحويصلات المشبكية نتيجة تفريغ محتواها في الحيز المشبكي وتشكلها تدريجيا يعني تجديدها ثانية بإمتلائها بالأستيل كولين ACH (المبلغ العصبي).
التجربة الثانية: النقل المشبكي ذو إتجاه واحد من العنصر القبل مشبكي إلى العنصر البعد مشبكي وليس العكس في المشابك الكيميائية (القطبية).
التجربة الثالثة: إن محتوى الحويصلات المشبكية (ACH) لا يؤثر على الغشاء القبل مشبكي بل على الغشاء البعد مشبكي لعدم وجود مستقبلات غشائية خاصة بالـ ACH على الغشاء القبل مشبكي.
التجربة الرابعة: دور شوارد الـ Ca^{++} هو العمل على هجرة الحويصلات المشبكية وإطراح محتوياتها في الحيز المشبكي الذي يؤثر على غشاء العنصر البعد مشبكي مولدا فيه كمون عمل.
التجربة الخامسة: إنزيم الأستيل كولين استيريز يخرب الأستيل كولين قبل التأثير على العنصر البعد مشبكي. لذا لا يتشكل كمون عمل بعد مشبكي.
التجربة السادسة: إن مادة الكورار يمنع النقل المشبكي بتثبيته على المستقبلات الغشائية الخاصة بالأستيل كولين فيمنع تثبيت هذا الأخير عليها.
التجربة السابعة: إن الأستيل كولين لا يؤثر على مستوى هيولي العنصر البعد مشبكي بل على مستوى الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي لاحتوائه على مستقبلاته النوعية.

2 — أ — وجود الـ Na^+ المشع في الوسط الخارجي دلالة على فتح قنوات الـ Na^+ وعبورها عبر هذه القنوات. بمقارنة هذه النتيجة في التجربة ـ أ ـ الشاهدة نستطيع القول بأن الأستيل كولين سمحت بفتح قنوات الـ Na^+.
نفس التحليل يمكن القول بأن النيكوتين له مفعول يشبه مفعول الإستيل كولين. إن النيكوتين بنيته الفراغية تشبه البنية الفراغية للأستيل كولين فيتثبت على المستقبلات الغشائية الخاصة بالأستيل كولين مما يؤدي إلى فتح قنوات الـ Na^+.
ب — حقن النيكوتين في الحيز المشبكي يؤدي إلى زوال الإستقطاب فينتج عنه كمون عمل على مستوى غشاء الليف العضلي ينتشر بعد ذلك على طول العنصر البعد مشبكي (العضلة) مؤديا إلى تقلصها.



جـ – لم تمر شوارد الـ Na^+ لأن القنوات لم تفتح، لأن الكورار يتثبت على مستقبلات الأستيل كولين دون فتح قنوات الـ Na^+ وتثبيت الكورار على المستقبلات يمنع تثبيت الإستيل كولين على المستقبلات والإستيل كولين لا يعمل إلا بعد تثبيته على مستقبلاته النوعية.

إجابة التمرين 40

1 – التجربة ـ 1 ـ : التوزع غير متماثل لشاردتي Na^+ وK^+ خارج المحور حيث يكون: تركيز Na^+ في الخارج أكثر من الداخل. وتركيز K^+ في الداخل أكثر من الخارج.

– يرجع ذلك لخاصية غشاء المحور (نفاذية إنتقائية).

التجربة ـ 2 ـ : كون المحور أصبح مشعا معناه نفاذية Na^+ إلى الداخل.

عدم تغيير في التراكيز الشاردية يدل على طرح Na^+ إلى الخارج (مضخة الـ Na^+).

التجربة ـ 3 ـ : حركة الصوديوم مرتبطة بوجود البوتاسيوم في الوسط.

التجربة ـ 4 ـ : إضافة مادة السيانور يؤدي إلى إنخفاض سريع لخروج الـ Na^+.

– حقن الـ ATP يسبب ضخ الصوديوم إلى الخارج.

– نسبة حركة الصوديوم مرتبطة بكمية الـ ATP المتوفرة.

– ضخ الصوديوم يتطلب إستهلاك طاقة.

2 – تفسير حركة شاردتي الـ Na^+ والـ K^+ خلال كمون العمل:

– يؤدي التنبيه إلى تغيير نفاذية الغشاء الهيولي للمحور الأسطواني لشاردتي Na^+ و K^+.

– دخول الـ Na^+ سريع ومكثف ولمدة قصيرة يحقق زوال وإنعكاس الإستقطاب.

– خروج الـ K^+ ببطؤ ولمدة أطول يحقق عودة الإستقطاب.

– هذا التدفق للشوارد تضمنه القنوات الغشائية المتعلقة بالفولطية.

3 – التعليق على التجارب :

التجربة ـ 1 ـ : كمون عمل متماثل بالنسبة للمحور والليف والأول متقدم عن الثاني.

التجربة ـ 2 ـ : وضع (ق1) غير كافية لتوليد كمون عمل في كل من المحور والليف (دون العتبة).

وضع (ق2) ولدت كمون عمل في الليف العضلي فقط (يساوي العتبة او أكبر منها).

التجربة ـ 3 ـ : وضع (ق2) في وجود الايزيرين يؤدي إلى توليد كمونات عمل متلاحقة على مستوى الليف العضلي نتيجة لعدم تفكك الأستيل كولين.

التجربة ـ 4 ـ : عدم تسجيل كمون عمل في كل من م1 ، م2 حيث أن الأستيل كولين يؤثر على مستوى سطح الليف العضلي أين توجد المستقبلات الخاصة بها.

التجربة ـ 5 ـ : تسجيل كمون عمل في م1 فقط: شوارد الـ Ca^{++} ضرورية لتوليد كمون عمل على مستوى الليف العضلي.

التجربة ـ 6 ـ : عدم تسجيل كمون عمل في م1 ، م2: كمون عمل على مستوى م1 مرتبط بحركة شاردتي الـ Na^+ والـ K^+ عبر القنوات الغشائية.

إجابة التمرين 41

1 – التجربة ـ 1 ـ : إنتقال كمون العمل من النهاية العصبية إلى الليف العضلي عبر الحيز المشبكي.

التجربة ـ 2 ـ : يسمح الـ ACH بتوليد كمون عمل على مستوى العنصر البعد مشبكي.

التجربة ـ 3 ـ : شوارد الـ Ca^{++} ضرورية لإنتقال كمون العمل إلى العنصر البعد مشبكي.

التجربة ـ 4 ـ : يؤثر الـ Ca^{++} على مستوى النهاية العصبية و يؤدي إلى تحرير الـ ACH.

التجربة ـ 5 ـ : تأثير الـ ACH مؤقت و ليس دائم لذا يجب تخريبه.

2 – المعلومة المكملة: وجود مستقبلات غشائية نوعية للـ ACH على مستوى غشاء البعد مشبكي يتثبت عليها ACH مولدا كمون عمل وهي القنوات المبوبة كيميائيا.



إجابة التمرين 42

I – 1 – الليف العصبي الواحد المعزول ينقل السيالة العصبية في الإتجاهين ولا تمر من الغشاء بعد المشبكي إلى الغشاء قبل المشبكي.

2 – نستخلص أن إتجاه إنتقال السيالة العصبية من ليف عصبي إلى آخر يكون من النهايات المحورية نحو الزوائد الشجيرية أو الاجسام الخلوية أي من العنصر القبل مشبكي إلى العنصر البعد مشبكي في إتجاه واحد إنها القطبية.

II – 1 – إن التسجيل ت2 في أ2 كمون عمل أحادي الطور مشابه ومماثل السعة للتسجيل ت1 في أ1 مع تسجيل متفاوت في الزمن الذي يعود إلى التأخر في مستوى المشبك العصبي (الزمن الضائع) (خاصية الإبطاء).

2 – المشابك الكيميائية تمتاز بـ : – خاصية الإتجاه الواحد (القطبية).

– خاصية الإبطاء (التأخر).

إجابة التمرين 43

أ – 1 – إن فرض كمون على جانبي الغشاء يولد نوعين من التيارات: الأول داخلي والثاني خارجي.

2 – التيار الداخلي ناتج عن دخول شوارد الـ Na^+.

التيار الخارجي ناتج عن خروج شوارد الـ K^+.

3 – إن التيارات ناتجة عن قنوات فولطية وهي نوعان خاصة بشوارد الـ Na^+ وأخرى خاصة بشوارد الـ K^+، وتسمى القنوات الفولطية لأنها هي التي تسبب التيارات.

ب – 1 – عند فرض كمون تتأثر القنوات الفولطية، حيث تفتح قنوات الـ Na^+ أولا مسببة حدوث تيار داخلي، يليها مباشرة فتح قنوات الـ K^+ (بعد غلق قنوات الـ Na^+) مسببة حدوث تيار خارجي.

2 – نعم التيار الداخلي يعود لدخول شوارد الـ Na^+ بعد إنفتاح قنواتها المرتبطة بالفولطية لأنه عند تثبيط حركة الشوارد Na^+ غاب التيار الداخلي.

التيار الخارجي يعود لخروج الـ K^+ بعد إنفتاح قنواتها المرتبطة بالفولطية لأنه عند تثبيط حركة الشوارد K^+ غاب التيار الخارجي.

جـ – مصدر كمون العمل: هو تيارات داخلية لشوارد الصوديوم عبر قنوات فولطية للصوديوم وتيارات خارجية لشوارد البوتاسيوم عبر قنوات فولطية للبوتاسيوم.

إن تسجيل كمون العمل في الغشاء القبل مشبكي ناتج عن تدفق الشوارد عبر القنوات الفولطية.

إجابة التمرين 44

1 – البيانات: (1) حويصل مشبكي. (2) الغشاء الهيولي للعنصر القبل مشبكي. (3) شق مشبكي.
(4) الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي.

2 – α – أ – كل تسجيل يمثل كمون عمل أحادي الطور.

ب – التنبيه الفعال في S1 على مستوى N1 يؤدي إلى توليد كمون عمل ينتقل من N1 إلى N2 في حين تنبيه فعال في S2 على مستوى N2 تؤدي إلى توليد كمون عمل في N2 لا ينتقل إلى N1.

الإستنتاج: تنتقل السيالة العصبية في المشابك بإتجاه واحد فقط من العنصر القبل مشبكي إلى العنصر البعد مشبكي و هذا ما يعرف بالقطبية.

جـ – بدون أي تنبيه يمكن للأستيل كولين في الحيز المشبكي من توليد كمون بعد مشبكي إذا الأستيل كولين مبلغ عصبي منبه.

في حالة حقن الأستيل كولين في N2 لا نسجل أي كمون عمل بعد مشبكي.

– إذا الأستيل كولين يؤثر على مستوى الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي جهة الحيز المشبكي ولا يؤثر على مستوى الهيولي أي عمل الأستيل كولين يكون على مستوى الحيز المشبكي فقط، لأن



المستقبلات الغشائية الخاصة بالأستيل كولين تتواجد على الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي.

د – إن إنغلاق قنوات الـ Na^+ والـ K^+ لا يسمح بحدوث الظواهر الشاردية الضرورية لتكوين كمون عمل نتيجة التنبيه الفعال في S1.

β – أ – إن شوارد الـ Ca^{++} ضرورية للنقل المشبكي.

ب – كلما إزدادت قيمة كمون العمل على مستوى N1 كلما زادت تركيز شوارد الـ Ca^{++} في داخل N1 وكذلك قيمة زوال الإستقطاب في N2 حتى الحصول على كمون عمل بعد مشبكي.

يعتبر دخول شوارد الـ Ca^{++} ضروريا لحركات الحويصلات المشبكية بإتجاه الغشاء الهيولي للعنصر القبل مشبكي وتحرير محتواها من الأستيل كولين في الشق المشبكي (الإطراح) الذي يولد كمون عمل بعد مشبكي إذا أفرزت بكميات كافية.

3 – التنبيه في S1 يعمل على فتح قنوات الكالسيوم المتعلقة بالفولطية ← دخول شوارد الـ Ca^{++} إلى هيولي N1 ← حركة الحويصلات المشبكية فتحرير محتواها من الأستيل كولين في الشق المشبكي ← تثبيت الـ ACH على المستقبلات الغشائية النوعية الموجودة على الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي ← فتح القنوات المرتبطة بالكيمياء ← دخول الـ Na^+ وخروج الـ K^+ ← تكوين كمون عمل بعد مشبكي في R2.

إجابة التمرين 45

أ – 1 – كلما زادت توترات كمون عمل قبل مشبكية كلما زادت كمية شوارد الـ Ca^{++} في الزر المشبكية.

2 – كلما زادت تواتر كمونات العمل كلما زادت عدد قنوات الكالسيوم المتعلقة بالفولطية المفتوحة أكثر فدخول كميات أكبر من الكالسيوم إلى هيولي الخلية القبل مشبكية.

ب – 1 – أثناء كمون الراحة لا يتم تحرير الأستيل كولين في الشق المشبكي.

2 – كمية الأستيل كولين المفرزة في الشق المشبكي تتناسب طردا مع توترات كمون العمل قبل المشبكية.

3 – إن تواترات كمون عمل قبل مشبكية تؤدي إلى التحكم في كمية كالسيوم الزر المشبكي نتيجة عدد القنوات المتعلقة بالفولطية للكالسيوم المنفتحة مما يؤدي إلى تحرير كميات معينة من الأستيل كولين في الشق المشبكي.

4 – إن الرسالة العصبية المشفرة في العصبون القبل مشبكي بتواتر كمونات العمل تشفر في مستوى الشق المشبكي بتراكيز الأستيل كولين.

جـ – راجع التمرين (6).

إجابة التمرين 46

1 – أ – قيمة الريوباز (عتبة التنبيه) عند الشخص A = 10 ملي أمبير وعند B = 40 ملي أمبير.

ب – الشخص A أكثر قابلية للتنبيه من الشخص B.

2 – إن حقن النالوكسون يعمل على تخفيض قيمة الريوباز مما يرفع من قابلية تنبيه الشخص B.

3 – الخلية R: خلية عصبية تنقل الرسالة من الدماغ إلى النخاع الشوكي.

4 – التسجيل يمثل كمون عمل احادي الطور.

أ ب = كمون الراحة. ب = لحظة التنبيه.

ب جـ = زمن الكمون (الزمن الضائع). جـ د هـ = زوال وإنعكاس الإستقطاب.

هـ و = عودة الإستقطاب. و ز = فرط الإستقطاب.

ز ح = العودة إلى كمون الراحة.

5 – أ – S1 يمثل مشبك كيميائي (حيز مشبكي) لإحتواء نهاية الليف T حويصلات مشبكية.

ب – المسار: تنبيه الجلد ← نشوء سيالة عصبية في العصبون T تنتقل على طوله ← الإنتقال عبر المشبك S1 ← إنتقال السيالة عبر العصبون V إلى القشرة المخية ← الإحساس بالألم.

جـ – المادة P تمثل مبلغ عصبي.



عند وصول السيالة العصبية إلى نهاية العصبون T تفرز المادة P في الحيز المشبكي من قبل العصبون T فيتثبت على مستقبلاتها في الغشاء البعد مشبكي (العصبون V) فتنفتح القنوات المبوبة كيميائيا، دخول الـ Na^+ تكوين كمون عمل بعد مشبكي ينتقل عبره إلى المراكز العصبية الدماغية.

6 — أ – إن إفراز الأنكيفالين في مستوى الحيز المشبكي S2 يثبط (يكبح) العصبون T حتى لا يفرز المبلغ العصبي P فينتج عن ذلك عدم تكوين كمون عمل بعد مشبكي.

ب – يمكن تفسير قلة الإحساس بالألم عند الشخص B بإفرازه لمادة الأنكيفالين في مستوى S2 مما يمنع نقل السيالة العصبية إلى مركز الإحساس بالألم في الدماغ و يمكن أن يحدث نفس الشيء إذا كان B لا ينتج القدر الكافي من الأنزيم الذي يخرب الإنكيفالين.

7 — مما سبق يتبن أن مادة المورفين تنافس الانكيفالين أي تعمل عملها لذا فتتدخل مادة المورفين لتوقيف الإحساس بالألم.

إجابة التمرين 47

I — أ – 1 – الجدول (1): توزع غير متماثل للشوارد على جانبي الغشاء، يدل على حيوية الغشاء.

الجدول (2): توزع متماثل للشوارد على جانبي الغشاء، يدل على ان الغشاء ميت (توزع متماثل ناتج عن الميز).

الإستنتاج: الكمون الغشائي مرتبط بالحالة الفيزيولوجية لليف العصبي (حيوية الليف).

2 – تعليل التسجيلين: في حالة توزع الشوارد الغير المتماثل على جانبي الغشاء نلاحظ كمون غشائي (الجدول 1) وعند تساوي التوزع يغيب الكمون الغشائي (الجدول 2).

3 – التوزع المتباين للشوارد هو المتسبب في كمون الراحة.

ب – 1 – عدد قنوات K^+ أكثر من عدد قنوات Na^+ في وحدة المساحة.

الإستنتاج: ناقلية شوارد K^+ أكبر من ناقلية شوارد Na^+.

2 – نعم، التعليل: بما أن عدد قنوات K^+ اكثر من عدد قنوات Na^+ في وحدة المساحة و هي مفتوحة بإستمرار، إذا كمية K^+ الخارجة أكبر من كمية Na^+ الداخلة.

3 – تمتاز هذه القنوات: قنوات غشائية تخترق طبقتي الفوسفوليبيد للغشاء.

– مفتوحة بإستمرار

– تسمح بنقل الشوارد حسب تدرج التركيز.

4 – يمثل المنحنى تغيرات الكمون الغشائي بدلالة تركيز K^+ داخل الليف.

من 0 – 100 ملي مول/ ل: تزايد سريع في الكمون الغشائي.

من 100 – 400 ملي مول / ل: تزايد بطيء في الكمون الغشائي ليبلغ 60 ملي فولط.

من 400 ملي مول/ ل فما فوق: يثبت الكمون الغشائي في 60 ملي فولط.

المعلومة الإضافية فيما يخص منشأ كمون الراحة: منشأ كمون الراحة يتمثل في الفرق بين تركيز $[K^+]$ داخل و خارج الليف.

II — 1 – وجود آلية تعمل على إخراج الـ Na^+ عكس تدرج التركيز.

2 – نعم، نلاحظ ظهور الإشعاع خارج اليف في الوسط الفيزيولوجي و هذا النقل هو عكس تدرج التركيز.

3 – توقف تدفق الـ Na^+ نحو الخارج في 0^o م مما يدل على ان الطبيعة الكيميائية للعناصر المسؤولة عن إخراج الـ Na^+ عكس تدرج التركيز بروتينية.

4 – المعلومات الإضافية حول عمل العناصر السابقة التي تخرج الـ Na^+ عكس تدرج التركيز:

- يتطلب طاقة على شكل ATP.

التعليل: – توقف الخروج بإضافة الـ DNP الذي يمنع تركيب الـ ATP .

– إستئناف الخروج بإضافة الـ ATP.

– إستئناف الخروج بغسل الوسط من الـ DNP.

- يتطلب وجود الـ K^+ في الوسط الخارجي.



التعليل: – توقف الخروج بغياب الـ K^+ في الوسط الخارجي.
– إستئناف الخروج بإضافة K^+ للوسط الخارجي.

III — الرسم راجع إجابة التمرين (27) والصفحات 90 ، 91 ، 92.
– يعود كمون الراحة إلى التوزع المتباين للشوارد على جانبي الغشاء.
– تعمل البروتينات الغشائية على المحافظة على كمون الراحة، فرغم نفوذ شوارد الـ Na^+ والـ K^+ عبر قنوات الميز البروتينية (قنوات التسرب) حسب تدرج التركيز، لا يختل كمون الراحة بتواجد نوع آخر من البروتينات وهي المضخة التي تعمل بالنقل الفعال و يتلخص عملها كمايلي:
– تثبيت 3 شوارد Na^+ وتنقلها خارج الخلية و تثبيت 2 شاردة K^+ تدخلها داخل الخلية بإستهلاك الـ ATP.
– تسمح عمل المضخة بثبات كمون الراحة.

إجابة التمرين 48

1 — البيانات: (1) حويصل مشبكي. (2) حيز مشبكي. (3) غشاء هيولي للعنصر القبل مشبكي.
(4) غشاء هيولي للعنصر البعد مشبكي.

2 — أ – فرق الكمون على جانبي غشاء الخلية N = 70 mv–
ب – الشكل أ: كمون عمل أحادي الطور قيمته 105 mv
الشكل ب: فرط الإستقطاب قيمته 5 mv
الشكل جـ: إزالة الإستقطاب قيمته 10 mv.
جـ – المشبك بين A و N منشط.
المشبك بين B و N مثبط (كابح).
د – شوارد الـ Ca^{++} المحقونة تعمل على طرح الحويصلات المشبكية لمحتواها في الحيز المشبكي والكمية المحقونة تتناسب طرديا مع كمية المبلغ العصبي المفرزة وهذه الأخيرة تحدد مدى الإستجابة في العنصر البعد مشبكي.
هـ – وصول موجة زوال الإستقطاب إلى نهاية العنصر القبل مشبكي ← فتح قنوات الكالسيوم المتعلقة بالفولطية ← دخول شوارد الـ Ca^{++} إلى هيولي العنصر القبل مشبكي ← تحرير المبلغ العصبي في الحيز المشبكي ← تثبيت المبلغ العصبي على المستقبلات الغشائية الخاصة بها ← فتح القنوات المبوبة كيميائيا الدخول المكثف و السريع لشوارد الـ Na^+ ← تكوين كمون عمل بعد مشبكي.

إجابة التمرين 49

أ – 1) 0 – 1,5 ملي ثانية: كمون الراحة.
1,5 – 6 ملي ثانية: كمون العمل
2) زوال الإستقطاب: سببه الدخول السريع و المكثف لشوارد الـ Na^+.
عودة الإستقطاب: سببه الخروج البطيء لشوارد K^+ وبكميات أقل من الـ Na^+.
3) هناك نوعان من القنوات المتعلقة بالفولطية أثناء كمون العمل .
– أولا تتدخل القنوات المتعلقة بالفولطية الخاصة بالـ Na^+.
– ثم تتدخل القنوات المتعلقة بالفولطية الخاصة بالـ K^+.
التعليل: يحدث تدفق للـ Na^+ إلى داخل المحور ثم يتبع بخروج شوارد K^+ إلى خارج المحور.

ب – 1) في 1 ، 2: إنفتاح قنوات الـ Na^+ المتعلقة بالفولطية مع بقاء قنوات الـ K^+ المتعلقة بالفولطية مغلقة، فدخول سريع ومكثف للـ Na^+ يسبب زوال و إنعكاس للإستقطاب.
في 2 ، 3: غلق قنوات الـ Na^+ المتعلقة بالفولطية وفتح فتح قنوات الـ K^+ المتعلقة بالفولطية فخروج بطيء وبكميات أقل للـ K^+ يسبب عودة الإستقطاب.
2) الجزء 3 ، 4: فرط الإستقطاب بسبب إستمرارية خروج شوارد الـ K^+ لتأخر إنغلاق قنوات الـ K^+ المتعلقة بالفولطية.



3) العودة إلى كمون الراحة سببها إلى التدخل السريع للمضخة (مضخة K^+ / Na^+).

جـ – 1) ش1 و ش2 دون عتبة التنبيه لذا لم نحصل على كمون عمل.

ش3 = عتبة التنبيه لذا حصلنا على كمون عمل.

ش4 رغم انه أكبر من العتبة إلا أنه حصلنا على نفس كمون العمل المسجل بـ ش3.

الإستنتاج: من شروط توليد كمون عمل أن يكون التنبيه شدته يساوي أو أكثر من عتبة التنبيه (قانون العتبة) ومتى ما استجاب فإنه يستجيب بسعة أعظمية (قانون الكل أو اللا شئ).

2) تنتشر السيالة العصبية بتدخل القنوات المرتبطة بالفولطية (المبوبة كهربائيا) على طول المحور.

د – الرسم: راجع التمرين (27).

إجابة التمرين 50

أ – 1 – البيانات: (1) حويصل مشبكي. (2) ميتوكوندري. (3) حيز مشبكي.
(4) الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي. (5) عنصر قبل مشبكي (عصبون محرك).
(6) عنصر بعد مشبكي (عضلة).

2 – ظهور الإشعاع يدل على وجود المستقبلات الغشائية على مستوى الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي.

3 – المعلومات المستخرجة : إن الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي يحوي مستقبلات للأستيل كولين هي مصدر كمون العمل في الخلية البعد مشبكية.

4 – سبب الشلل لتثبيت السم على مستقبلات الـ ACH ومنع هذا الأخير من التثبيت عليها فمنع إنتقال السيالة إلى العضلة فالشلل.

ب – تمركز الفلورة على الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي دلالة على تثبيتها على مستقبلات الـ ACH وبذلك نتحقق من تواجد المستقبلات في الغشاء البعد مشبكي.

جـ – 1 – إن سعة التسجيل مرتبطة بشدة المنبه أو كمية الأستيل كولين المحقونة ← كلما زادت شدة التنبيه كلما زادت سعة التيارات وبما أن حقن الكميات المتزايدة من الـ ACH تؤدي إلى نفس النتيجة إذا: الـ ACH هو المتسبب في هذه التيارات على مستوى الغشاء البعد مشبكي.

2 – α – تحليل النتائج: عند غياب الـ ACH ينعدم الإشعاع في الوسط أي عدم إنتقال شوارد الـ Na^+ إلى الخارج.

– بوجود الـ ACH ظهور الإشعاع في الوسط أي إنتقال شوارد الـ Na^+ إلى الخارج.

الإستنتاج: ظهور الإشعاع الناتج عن تدفق الـ Na^+ المشع يعود لتأثير حقن الأستيل كولين (ACH).

β – النبضات (التيارات المسجلة) تعود لتواجد قنوات غشائية خاصة يتحكم في عملها الـ ACH لتسمح بتدفق الشوارد.

د – 1 – خمسة تحت وحدات بروتينية مركزها يشكل القناة.

2 – (1) و(2) موقعي التثبيت الـ ACH. (3) قناة مركزية مغلقة.

3 – للأستيل كولين موقعي تثبيت على المستقبلات.

4 – α – (1) الأستيل كولين ACH. (2) موقع تثبيت الـ ACH. (3) قناة مفتوحة. (4) حيز مشبكي.
(5) هيولي العنصر البعد مشبكي. (6) طبقة مضاعفة من الفوسفوليبيد. (7) قناة Na^+ مغلقة.

β – تتواجد القنوات المرتبطة بالكيمياء على مستوى المشابك على الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي، تفتح بتدخل المبلغ العصبي الكيميائي وهو المتحكم في إنفتاحها وذلك بعد تثبيت جزيئتين من الـ ACH على المواقع الخاصة بها ← فتح القناة ← دخول Na^+.

γ – لأن إنفتاحها مرتبط بتثبيت جزيئات كيميائية عليها.

هـ –

	القناة المتعلقة بالكيمياء	القناة المتعلقة بالفولطية
الموقع	الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي	الغشاء القبل والبعد مشبكي
المتحكم في إنفتاحها	تثبيت الأستيل كولين ACH	تغيير الكمون الغشائي



إجابة التمرين 51

أ – تعريف المشبك: منطقة إتصال بين خليتين، خلية قبل مشبكية (خلية عصبية) وخلية بعد مشبكية بينهما شق مشبكي.

البيانات: (1) نهايات عصبية لعصبونات قبل مشبكية. (2) جسم خلوي لعصبون بعد مشبكي.

ب – α – 1 – التنبيه (1) يؤدي إلى زوال إستقطاب (كمون تنبيهي) ينقل إلى الخلية البعد مشبكية.

التنبيه (2) يؤدي إلى فرط إستقطاب لا يتولد كمون عمل بعد مشبكي.

الإستنتاج: وجود نوعين من المشابك: (1) تنبيهية (2) تثبيطية.

2 – يسمى بكمون عمل بعد مشبكي تنبيهي PPSE لأنه يؤدي إلى توليد كمون عمل (زوال الاستقطاب).

يسمى بكمون عمل بعد مشبكي تثبيطي PPSI لأنه لا يؤدي إلى توليد كمون عمل بل يسبب فرط استقطاب.

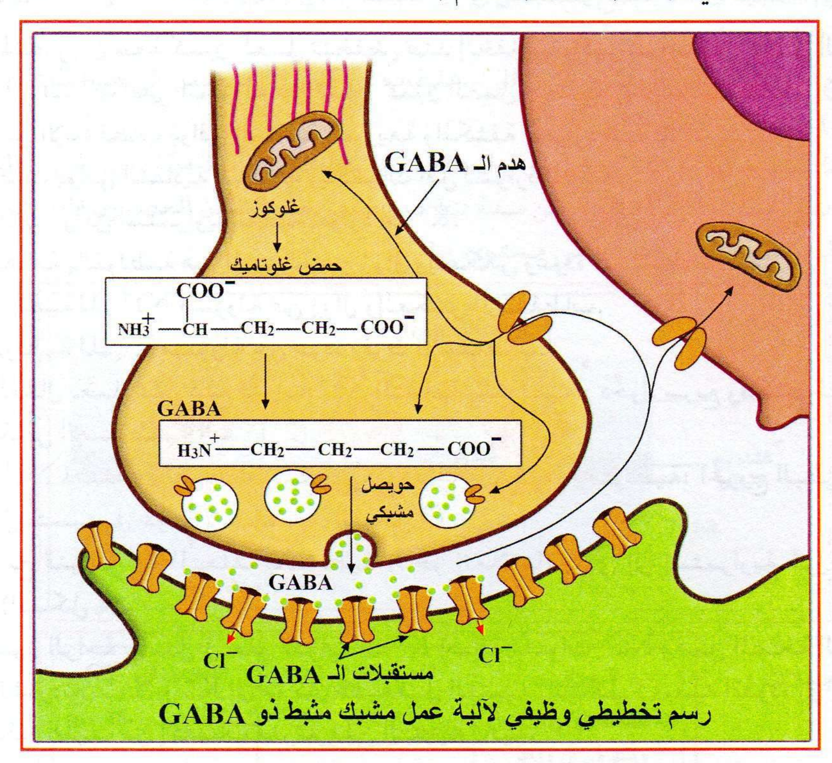
3 – المشبك (أ) مشبك تنبيهي. المشبك (ب) مشبك تثبيطي.

β – 1 – GABA لم تؤثر على المشبك (أ) بل أثرت على المشبك (ب).

الإستنتاج: لكل مشبك من المشبكين السابقين مبلغ خاص به.

2 – التنبيه الفعال يسبب تحرير GABA و تناقص الـ Cl^- في الشق المشبكي للمشبك (ب).

3 – إن التنبيه الفعال يسبب في إفراز الـ GABA من قبل العنصر القبل مشبكي في الحيز المشبكي فتتثبت GABA على الجزيئات البروتينية الغشائية مسببة في فتح القنوات الخاصة بالكلور فدخول الـ Cl^- مسببة في فرط الإستقطاب فعدم إنتشار السيالة العصبية.



رسم تخطيطي وظيفي لآلية عمل مشبك مثبط ذو GABA

جـ – 1 – الشكل (أ): ثلاث كمونات عمل إثنان تنبيهية وواحدة تثبيطية ← مشبكان تنبيهيان وآخر مثبط.

الشكل (ب): ثلاث كمونات عمل تنبيهية ← مشبك منبه.

2 – مصدر الكمونين 1 و 2 المسجلين في المحورين هو دمج الكمونات الثلاث التي وصلت الخلية في نفس الوقت (المجموع الجبري للكمونات المنشطة والمثبطة الواردة) في كلا الشكلين.

3 – الإختلاف في التجمع الزمني والتجمع الفضائي: يدمج العصبون بعد المشبكي مختلف كمونات عمل قبل مشبكية وذلك بعملية تجميع قد يكون:



- تجميع فضائي: إذا كانت كمونات العمل القبل مشبكية مصدرها مجموعة من النهايات العصبية والتي تصل في الوقت نفسه لمشابك العصبون البعد مشبكي.
- تجميع زماني : إذا وصلت مجموعة من كمونات العمل المتقاربة من نفس الليف القبل مشبكي.

إجابة التمرين 52

1 – من التجربة أ : إنتقال السيالة العصبية من العصب إلى العضلة إي هناك نقل مشبكي.
من التجربة ب: بما أنه تشكلت سيالة عصبية على مستوى العصب بعد التنبيه الفعال إذا الكورار لم يؤثر على العصب.
من التجربة جـ: بما أنه سجلنا كمون عمل على مستوى العصب بعد التنبيه الفعال ولم يحدث تقلص للعضلة إذا لم يحدث نقل مشبكي لذا فالكورار منع إنتقال السيالة العصبية من العصب إلى العضلة (عدم حدوث نقل مشبكي).
من التجربة د: بعد التنبيه المباشر للعضلة وهي في الكورار وحدوث تقلص عضلي لذا فالكورار لا يؤثر على العضلة.
إذا مستوى تأثير الكورار كان على مستوى المشبك العصبي العضلي.

2 – الفرضية: إن بنية الكورار تشبه بنية المبلغ العصبي وهنا هو الإستيل كولين، فتتثبت جزيئات الكورار على مستقبلات نوعية خاصة بالإستيل كولين وهي موجودة على الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي مانعة الأستيل كولين من التثبت عليها لذا لاتفتح قنوات الصوديوم فلا يدخل الصوديوم فلا يتكون كمون عمل بعد مشبكي.

إجابة التمرين 53

1 – نلاحظ من المنحنى أن سعة كمون العمل تنخفض عند إنخفاض تركيز شوارد الـ Na^+ في الوسط الخارجي.
إذا تدفق شوارد الـ Na^+ هي المسؤولة عن نشوء كمون العمل أي سعة زوال الإستقطاب.

2 – زوال وإنعكاس الإستقطاب يوافق النفاذية السريعة والمكثفة لشوارد الـ Na^+.
عودة الإستقطاب يوافق النفاذية البطيئة وبكميات اقل لشوارد الـ K^+.
فرط الإستقطاب يوافق إستمرارية نفاذية شوارد الـ K^+.

3 – القنوات المتعلقة بالفولطية هي المسؤولة عن زوال وإنعكاس وعودة الإستقطاب حيث :
القنوات الفولطية لـ Na^+ مسؤولة عن زوال وإنعكاس الإستقطاب.
القنوات الفولطية لـ K^+ مسؤولة عن عودة وفرط الإستقطاب.

4 – إن التنبيه الفعال يعمل على فتح قنوات Na^+ المتعلقة بالفولطية : دخول سريع ومكثف لشوارد الـ Na^+ يسبب في زوال وإنعكاس الإستقطاب (الشكل 2).
غلق قنوات Na^+ لمتعلقة بالفولطية وفتح قنوات الـ K^+ المتعلقة بالفولطية: الخروج البطيء (فترة زمنية أطول) وبكميات أقل يتسبب في عودة الإستقطاب (الشكل 3).
إستمرارية فتح قنوات K^+ المتعلقة بالفولطية (تاخر إنغلاقها) يؤدي إلى إستمرارية خروج K^+ مسببة في فرط الإستقطاب (الشكل 4).
العودة إلى كمون الراحة يتمثل في غلق قنوات الـ K^+ إضافة لقنوات Na^+ وعمل المضخة السريع مسببة في عودة فرق تركيز الشاردتين Na^+ و K^+ إلى ما كان عليه قبل التنبيه (الشكل 1) ومنه العودة إلى كمون الراحة (الشكل 5) لكي يتمكن الليف من إكتساب قدرته على التنبيه ثانية.

إجابة التمرين 54

I – 1 – طبيعة المشبك: N1–N3 تثبيطي.
التعليل: لأنه عند تنبيه N1 سجل في O1 فرط أستقطاب.
طبيعة المشبك: N1–N3 تنبيهي.
التعليل: لأنه عند تنبيه N2 سجل في O1 زوال أستقطاب.

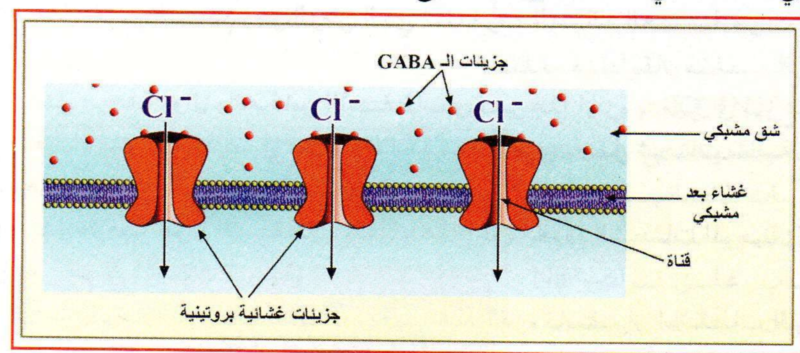


2 – مقارنة ت3 وت5: إن سعة ت3 أكبر من سعة ت5.
3 – لم نسجل كمون عمل في O2 لأن المشبك المثبط يقلل من سعة الكمون البعد مشبكي فلا يصل للعتبة لذلك لا يتولد كمون عمل في العنصر البعد مشبكي (أي أن المجموع الجبري للمشبك المثبط والمنبه لم يصل العتبة).
4 – شروط تسجيل ت4 في ت6 : أن يكون المجموع الجبري للكمون المثبط والمنشط يساوي أو أكبر من عتبة توليد كمون عمل الخلية البعد مشبكية N3.
التعليل: حدوث الإدماج الناتج عن التنبيه الآني لـ N2 وN1 يؤدي إلى توليد كمون عمل بعد مشبكي.

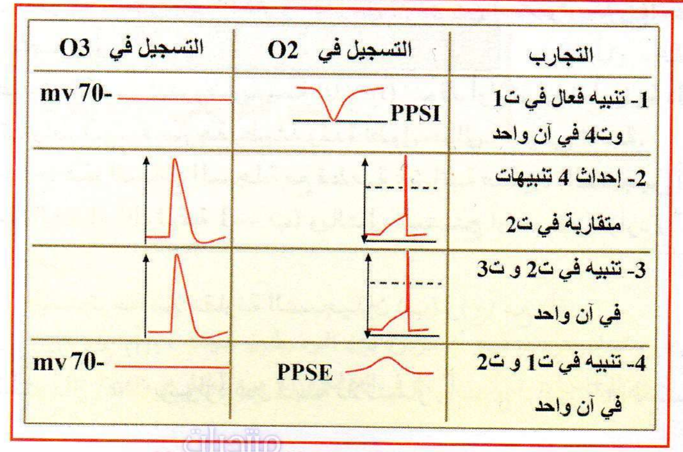
II – 1 – الرسم راجع إجابة التمرين 13.
2 – الشرح: راجع إجابة التمرين 13.
يعمل العصبون المحرك على إيجاد المحصلة أو القيمة الجبرية للكمونات الغشائية بعد مشبكية المثبطة والكمونات المنبهة، على مستوى المنطقة المولدة، فإذا كانت هذه المحصلة تتجاوز عتبة زوال الاستقطاب، تؤدي إلى تشكل كمون عمل، أما إذا كان أقل من عتبة زوال الاستقطاب فإنه يبقى موضعيا، تتم المحصلة إما بتجميع فضائي أو تجميع زمني.

إجابة التمرين 55

أ – 1 – التسجيل (أ): عند التنبيه في ت1 نسجل إفراط في الاستقطاب يقدر بـ 72– ميلي فولط والذي يمثل كمون بعد مشبكي مثبط (PPSI) ومنه نستخلص لأن العصبون (1) مثبط (جامع).
– التسجيل (ب): تنبيه في ت2 يسمح بتسجيل زوال استقطاب أي كمون بعد مشبكي منشط (PPSE) نستخلص أن العصبون (2) منشط.
– التسجيل (ج): في ت3 يسمح بتسجيل زوال استقطاب أي كمون بعد مشبكي منشط (PPSE) نستخلص أن العصبون (3) منشط.
– التسجيل (د): تنبيه ت3 + ت4 نسجل زوال استقطاب بسعة أقل من ت3 هذا يدل على أن العصبون (4) مثبط وأن التنبيه ت4 أعطى (PPSI) نقص من سعة ت3 نستخلص من ذلك أن العصبون (4) مثبط.
2 – رسم تخطيطي للآلية التي تحدث على مستوى ع1.



ب – 1 – رسم التسجيلات :



التجارب	التسجيل في O2	التسجيل في O3
1- تنبيه فعال في ت1 وت4 في آن واحد	PPSI	mv 70-
2- إحداث 4 تنبيهات متقاربة في ت2		
3- تنبيه في ت2 و ت3 في آن واحد		
4- تنبيه في ت1 و ت2 في آن واحد	PPSE	mv 70-

2 – تفسير النتائج:

التجربة 1 : تنبيه فعال في ت1 وت4 في آن واحد يحدث تجميع فضائي.

PPSI = PPSI4 + PPSI1 الذي يترجم إلى كمون راحة.

التجربة 2 : إحداث 4 تنبيهات متقاربة في ت2 يحدث تجميع زمني.

PPSE = PPSE2 + PPSE2 + PPSE2 + PPSE2 يصل إلى عتبة توليد كمون عمل.

تجربة 3 : تنبيه في ت2 وت3 في آن واحد يحدث تجميع فضائي لـ

PPSE = PPSE2 + PPSE3 يصل إلى عتبة توليد كمون عمل.

تجربة 4 : تنبيه في ت1 وت2 في آن واحد يحدث تجميع فضائي لـ

PPSE = PPSE2 + PPSI1 لا يصل إلى عتبة توليد كمون عمل فيترجم إلى كمون راحة.

3 – **النتيجة**:

يقوم العصبون المحرك بإدماج كل الكمونات بعد المشبكية التي تصل في نفس الوقت وذلك بتجميع فضائي (إذا كانت الكمونات قبل المشبكية مصدرها مجموعات من النهايات العصبية) أو تجميع زمني (إذا وصلت مجموعة من كمونات العمل المتقاربة من نفس الليف قبل مشبكي) والحصيلة الجبرية إذا كانت PPSE أكبر أو يساوي العتبة يتولد كمون عمل وإذا كان أقل من العتبة فلا تولد كمون عمل.

إجابة التمرين 56

أ – 1 – ذكر الخطوات التجريبية التي بواسطتها تم الحصول على تسجيل الشكل (ب) من الوثيقة :

– تحضير التركيب التجريبي.......
– إدخال الالكترود المجهري داخل المحور الاسطواني.
– وضع الالكترود المرجعي في ماء البحر.
– تنبيه المحور الأسطواني تنبيها فعالا.

2 – تفسير مختلف مراحل منحنى الشكل (ب) معتمدا على الظواهر الكهربائية فقط.

عند تنبيه المحور نلاحظ حدوث زوال استقطاب سريع متبوع بانعكاس الاستقطاب (+30mv) وهذا خلال 1 ميلي ثانية، يلي مرحلة زوال الاستقطاب هذه مرحلة عودة الاستقطاب بطيئة متبوعة بفرط استقطاب.

– الجزء ab : يمثل الزمن الضائع وهو الزمن الذي تستغرقه السيالة العصبية من نقطة التنبيه إلى مسرى الاستقبال المجهري.

– الجزء bc : يمثل مرحلة زوال وانعكاس الاستقطاب ويفسر هذا الجزء بتغيير في توزع الشحنات الكهربائية على جانبي الغشاء فيصبح الليف في منطقة الالكترود المجهري يحمل شحنات سالبة على السطح وشحنات موجبة في الداخل(ناتج عن دخول شحنات موجبة).

– الجزء cd : يمثل مرحلة عودة الاستقطاب ويفسر هذا الجزء بعودة الشحنات الموجبة إلى السطح والسالبة إلى الداخل (ناتج عن خروج شحنات موجبة).

– الجزء de : يمثل مرحلة فرط الاستقطاب ويفسر هذا الجزء باستمرار استقطاب الغشاء فيحمل شحنات موجبة أكثر على السطح وسالبة أكثر في الداخل (ناتج عن استمرار خروج شحنات موجبة).

ب – 1 – تحليل التسجيل (أ) :

– عند تطبيق الكمون المفروض بقيمة (0 mv) تتولد أولا تيارات أيونية داخلة سريعة أقل من 1 ميلي ثانية تليها تيارات أيونية خارجة بطيئة ولمدة أطول حوالي 4 ميلي ثانية.

– الاستنتاج: هذه النتائج المسجلة مع قطعة غشائية صغيرة (التسجيل أ) تتفق تماما مع النتائج المسجلة مع كامل الغشاء (الوثيقة 1 – ب) وبالتالي نستنتج أن حركة شوارد (Na^+ وK^+) عبر الغشاء هي مصدر كمون العمل.

2 – المعلومات المستخرجة من مقارنة التسجيلين (ب) و(ج) مع (أ):

● مقارنة (ب) مع (أ):

– عند استبدال Na^+ بشوارد غير قابلة للانتشار وأصبح تركيز Na^+ متساوي على جانبي الغشاء، لوحظ



عند تطبيق الكمون المفروض 0mv اختفاء التيار الداخل في حين لم يختف التيار الخارج.

- المعلومات المستخرجة :

– التيار الداخل مرتبط بتدفق دخول شوارد Na^+ عندما يكون هناك تدرج في تركيز Na^+ على جانبي الغشاء.

– قنوات النمط الأول البروتينية هي المسؤولة عن تسجيل التيارات الداخلة فقط ومنه قنوات النمط الأول البروتينية هي قنوات خاصة بـ Na^+.

– تنتج مرحلة زوال الاستقطاب من كمون العمل عن تدفق شوارد الصوديوم نحو الداخل.

- مقارنة (ج) مع (أ):

– عندما يكون تركيز K^+ متساوي على جانبي الغشاء، لوحظ عند تطبيق الكمون المفروض 0mv اختفاء التيار الخارج في حين لم يختف التيار الداخل.

- المعلومات المستخرجة:

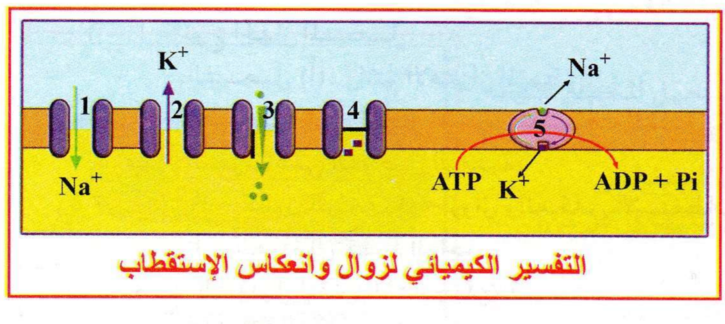
– التيار الخارج يعود إلى تدفق شوارد K^+ نحو الخارج عندما يكون هناك تدرج في تركيز K^+ على جانبي الغشاء.

– قنوات النمط الثاني البروتينية هي قنوات خاصة بـ K^+.

– تنتج مرحلة عودة وفرط الاستقطاب من كمون العمل عن تدفق شوارد البوتاسيوم نحو الخارج.

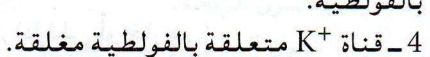
3 – التمثيل بواسطة رسومات تخطيطية :

– رسم تخطيطي يبين دور البروتينات الغشائية لليف أثناء مرحلة زوال الاستقطاب.



التفسير الكيميائي لزوال وانعكاس الإستقطاب

– فتح قنوات الـ Na^+ الفولطية الدخول السريع والمكثف لـ Na^+ زوال وانعكاس الاستقطاب (تيار داخلي).

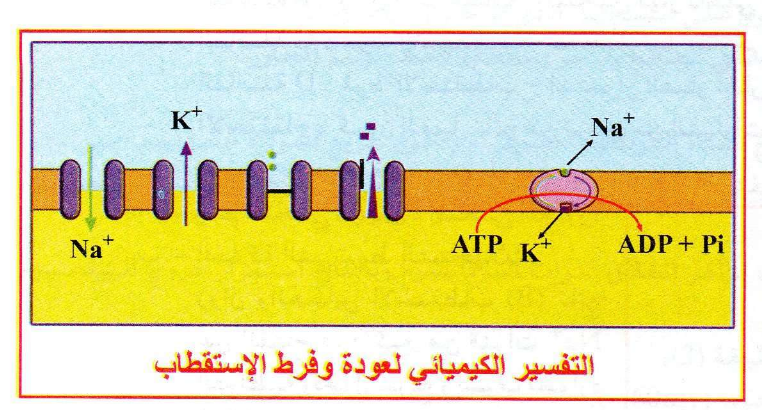


1 ـ قناة تسرب الـ Na^+ } مفتوحة
2 ـ قناة تسرب الـ K^+ } باستمرار.

3 ـ فتح قناة Na^+ متعلقة بالفولطية.

4 ـ قناة K^+ متعلقة بالفولطية مغلقة.

5 ـ مضخة K^+/Na^+.



التفسير الكيميائي لعودة وفرط الإستقطاب

– رسم تخطيطي يبين دور البروتينات الغشائية لليف العصبي أثناء مرحلة عودة وفرط الاستقطاب، غلق قنوات Na^+ وفتح قنوات الـ K^+ الفولطية، خروج بطيء وبكميات أقل للـ K^+ يسبب عودة الاستقطاب وتأخر في غلق قنوات الـ K^+ يسبب فرط استقطاب.

إجابة التمرين 57

I — أ – تحليل نتائج الجدول : وجود تباين في تركيز الشوارد بين الوسطين حيث :

تركيز Na^+ في الخارج > في الداخل، تركيز K^+ في الداخل > من الخارج ومجموع Na^+ وK^+ في الخارج > من مجموعها في الداخل.



الاستنتاج: مصدر كمون الراحة ناتج من التوزع المتباين للشوارد على جانبي غشاء الليف العصبي الحي.

ب – 1 – الإشكالية المطروحة : كيفية المحافظة على التوزع المتباين للشوارد على الجانبين رغم تدفقها وفق تدرج التركيز.

2 – الفرضية المقترحة : وجود آلية تعمل عكس تدرج التركيز حيث تطرد Na^+ نحو الخارج وتحقن شوارد K^+ نحو الداخل.

3 – α – العنوان المناسب للوثيقة : رسوم تخطيطية توضح آلية عمل مضخة K^+/ Na^+.

β – ترتيب الأشكال والتعليل: لاحظ الوثيقة الموجودة في الصفحة 91.

الترتيب	التعليل
و	تثبيت (Na^+) على المضخة المنفتحة نحو الداخل.
د	إماهة ATP وفسفرة المضخة.
أ	تغيير شكل المضخة المفسفرة حيث تصبح منفتحة نحو الخارج لطرد Na^+.
هـ	تثبت K^+ على المضخة وانفصال الفوسفور (زوال الفسفرة).
جـ	تغيير شكل المضخة حيث تصبح منفتحة نحو الداخل.
ب	تحرير شوارد K^+ نحو الداخل.

II – 1 – أ – نوع الجهاز المستعمل:

التسجيل (أ): راسم الاهتزاز المهبطي.

التسجيل (ب): الجهاز الحساس للتيارات المتصل بالماصة المجهرية.

ب – التعرف على الفواصل الزمنية:

A – كمون الراحة، B – زوال وانعكاس الاستقطاب. C – عودة الاستقطاب، D – فرط الاستقطاب،

E – العودة إلى كمون الراحة.

جـ – التحليل المقارن للتسجيلين :

الفاصلة A : كمون الراحة – عدم تسجيل أي تيار(داخلي أو خارجي).

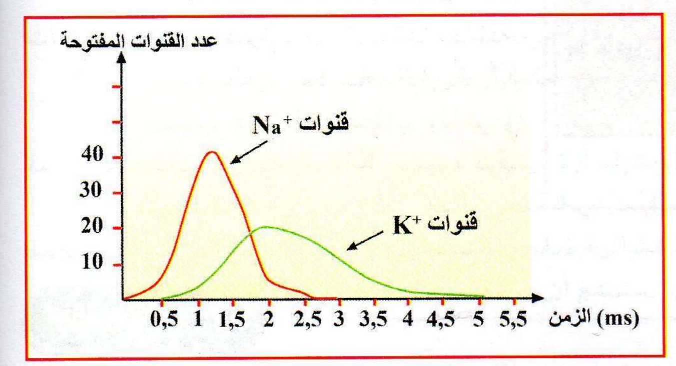
الفاصلة B : زوال الاستقطاب – تسجيل تيار داخلي بسعة كبيرة ومدة قصيرة.

الفاصلة C : عودة الاستقطاب – تسجيل تيار خارجي بسعة صغيرة ومدة طويلة.

الفاصلة D : فرط الاستقطاب – استمرار التيار الخارجي.

الاستنتاج : كمون العمل ناتج عن نوعين من التيارات: تيار داخلي بسعة كبيرة ومدة قصيرة يليه تيار خارجي بسعة صغيرة ومدة طويلة.

2 – أ – رسم المنحنى البياني : المنحنى المجاور.



ب – العلاقة التي تربط التسجيلات:

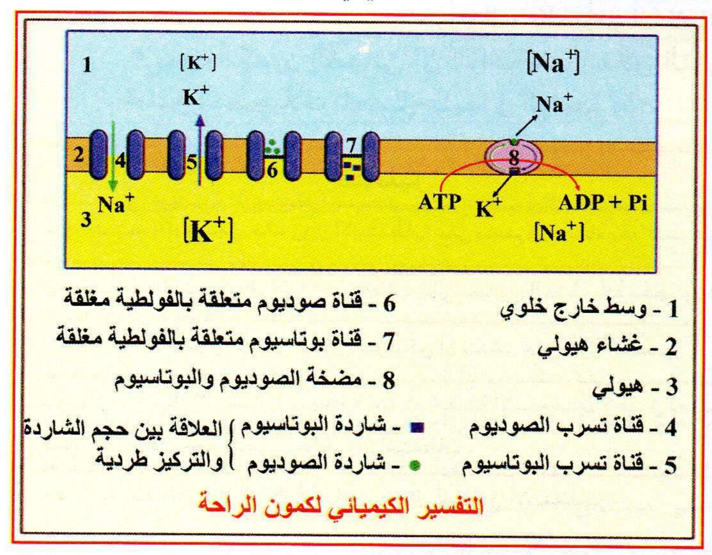
زوال وانعكاس الاستقطاب (B) ناتج عن انفتاح عدد كبير من قنوات Na^+ الفولطية ودخول سريع وكثيف لشوارد Na^+ (تيار داخلي).

عودة الاستقطاب (C): انفتاح قنوات K^+ الفولطية وخروج بطيء وقليل لشوارد K^+ (تيار خارجي).

فرط الاستقطاب(D): استمرار عمل القنوات K^+ الفولطية – تيار خارجي مستمر (مدة طويلة) أي التأخر في الغلق.

العودة إلى كمون الراحة E: انغلاق القنوات الفولطية – توقف التيارات فعمل المضخة السريع.

III — رسم على المستوى الجزيئي يوضح دور البروتينات الغشائية للمحور الاسطواني في الفواصل الزمنية (C ،B ،A):



التفسير الكيميائي لكمون الراحة

– في الفاصلة الزمنية A (كمون الراحة) : الرسم المجاور.

– في الفاصلة الزمنية B زوال وانعكاس الاستقطاب (راجع التمرين 56).

– الفاصلة الزمنية C و D عودة الاستقطاب وفرط الاستقطاب (راجع التمرين 56).

إجابة التمرين 58

1 — أ – أهمية استعمال جهاز (OS) : يسمح بـ :

- دراسة الظواهر الكهربائية لغشاء الليف العصبي ومشاهدتها.
- تسجيل سرعة السيالة العصبية.

ب – خاصية الليف العصبي التي يبرزها التسجيل المحصل عليه:

- ما بين الزمنين ز1 وز2: هي حالة الاستقطاب
- ما بين الزمنين ز2 وز3: هي حالة زوال الاستقطاب

جـ – العناوين المناسبة للتسجيلات المحصل عليها في كل من:

(ز0 – ز1): انعدام الكمون.

(ز1 – ز2): كمون الراحة.

(ز2 – ز3) كمون العمل (وحيد الطور).

د – التركيب التجريبي الذي يسمح بالحصول على التسجيل الذي تم خلال (ز2 – ز3):

(إحداث تنبيه فعال والمسريين أحدهما على السطح والآخر بالمقطع) لاحظ الرسم المجاور.

هـ – تعليل المراحل التالية:

(أ – ب): يفسر زوال الاستقطاب بفتح القناة الفولطية للصوديوم ودخول سريع لشوارد الصوديوم (ميز).

(ب – جـ): يفسر عودة الاستقطاب بفتح القناة الفولطية للبوتاسيوم وخروج بطيء للبوتاسيوم (ميز)بعد غلق قناة الفولطية للصوديوم.

(جـ – د): يفسر إفراط في الاستقطاب لتأخر انغلاق قنوات البوتاسيوم وبالتالي استمرار خروج البوتاسيوم بعد عودة الاستقطاب.

2 — أ – تحليل نتائج التسجيلات المبنية بالوثيقة (3):

- قبل فرض الكمون: كمون راحة عند (60mv–).
- عند الإخضاع للكمون المفروض: تحويل الكمون الغشائي إلى(0 mv)
- يسمح تطبيق الكمون المفروض تسجيل تيار أيوني داخلي لفترة قصيرة أقل من 1 ملي ثانية يليه تيار أيوني خارجي يستمر لفترة أطول حوالي 4 ملي ثانية.

ب – تفسير النتائج :

- قبل تطبيق الكمون المفروض: الغشاء في حالة استقطاب والقنوات المتعلقة بالفولطية مغلقة.
- عند فرض الكمون: – تنفتح أولا قنوات الـ Na^+ الفولطية، فيؤدي دخول الـ Na^+ إلى توليد تيار داخلي.



– بانغلاق قنوات الـ Na^+ تنفتح قنوات K^+ فيؤدي خروج الـ K^+ إلى توليد تيار خارجي.
– يستمر خروج الـ K^+ لتأخر انغلاق قنوات الـ K^+ الفولطية.
• يعود الكمون الغشائي إلى الراحة بعد انغلاق القنوات الفولطية بتدخل المضخة.

3 – أ – تحليل التسجيلات المحصل عليها في الوثيقة (5):

التحليل	الاستخلاص
عند التنبيه (أ): نسجل حالة زوال الاستقطاب على مستوى الغشاء بعد المشبكي	المشبك (α): مشبك تنبيهي
عند تنبيه (ب): نسجل افراط في الاستقطاب على مستوى الغشاء بعد مشبكي	المشبك (β): مشبك تثبيطي
تنبيهان في (أ): نسجل منحنى كمون عمل يمكن أن ينتشر على طول العصبون	حدوث تجميع زمني
تنبيهان (أ + ب): لا نسجل استجابة في(ن) لأن محصلة الاستجابتين لا تصل لعتبة كمون العمل لا تسمح بتكوين حالة زوال استقطاب	حدوث تجميع فضائي
حقن الكمية (ك1) من الـ GABA : يؤدي إلى إفراط في الاستقطاب	الـ GABA عبارة عن مبلغ كيميائي لمشبك تثبيطي (β).
حقن الكمية (ك2) من الـ GABA تؤدي إلى زيادة في سعة الإفراط	إن سعة الإفراط تتعلق بتركيز الوسيط الكيميائي المثبط المفرز في الشق المشبكي (β)

ب – الرسم التخطيطي : (راجع التمرين 12 أو 13)

إجابة التمرين 59

1 – تمثل المواد المحقونة في (م1 و م2) مبلغات كيميائية طبيعية.

2 – تحليل التسجيلات :

– حقن الـ ACH في م1 يسمح بتسجيل كمون الراحة في (ع1) وكمون بعد المشبكي منبه (PPSE) لا يصل إلى عتبة توليد كمون عمل فلا تتقلص العضلة.

– حقن الـ GABA في م2 يسمح بتسجيل كمون راحة في مستوى ع2 وكمون بعد مشبكي مثبط (PPSI) في م فلا تتقلص العضلة.

– تنبيه في ع1 + ع3 في نفس الوقت يحدث تجميع فضائي فنسجل (PPSE) يصل إلى عتبة توليد كمون عمل فتتقلص العضلة.

3 – تأثير الـ ACH على العصبون (م): تثبت جزيئات الأسيل كولين على مستقبلات غشائية نوعية متواجدة على مستوى الغشاء بعد مشبكي فتنفتح قنوات تسمح بدخول Na^+ إلى الخلية البعد مشبكية فينشئ كمون بعد مشبكي منبه (زوال الاستقطاب) عند وصوله العتبة يولد كمون عمل بعد مشبكي والذي ينتشر على طول الليف العصبي.

– تأثير الـ GABA على العصبون (م): تثبت جزيئات الـ GABA على مستقبلات غشائية نوعية متواجدة على مستوى الغشاء بعد مشبكي فتنفتح قنوات تسمح بدخول Cl^- إلى الخلية البعد مشبكية فينشئ كمون بعد مشبكي مثبط (إفراط في الاستقطاب).

4 – الـ ACh هو الوسيط الكيميائي الذي يؤثر على مستوى اللوحة المحركة.

5 – أنواع القنوات: راجع التمرين 60.

– قنوات فولطية للـ Na^+، قنوات فولطية للـ K^+، مغلقة أثناء الراحة وتفتح بالتنبيه الفعال وقنوات مفتوحة باستمرار للـ Na^+ وللـ K^+ هذه القنوات متواجدة على مستوى الليف العصبي وهي قنوات التسرب.

– قنوات فولطية للـ Ca^{++} متواجدة على مستوى الزر النهائي للعصبون.

– قنوات كيميائية للـNa^+، قنوات كيميائية للـ Cl^- موجودة على مستوى الغشاء البعد المشبكي (غشاء



الجسم الخلوي) للعصبون وعلى مستوى غشاء العضلات.

6 — بنية القناة المستقبلة للأستيل كولين. (راجع التمرين 50)

إجابة التمرين 60

1 — البروتينات الغشائية بشكل قنوات : بعض بروتينات غشاء العصبون تلعب دور قنوات شاردية مختصة.
نميز منها ثلاثة أنواع : — قنوات شاردية للتسرب.
— قنوات شاردية مرتبطة بالفولطية.
— قنوات شاردية مرتبطة بالكيمياء.

2 — تحديد مواقع القنوات الشاردية على مستوى العصبون : (لاحظ الجدول)

أ — بيانات الوثيقة : 1 ـ زوائد شجيرية، 2 ـ جسم خلوي، 3 ـ محور اسطواني، 4 ـ غمد النخاعين، 5 ـ حويصلة مشبكية، 6 ـ غشاء قبل مشبكي، 7 ـ حيز مشبكي، 8 ـ غشاء بعد مشبكي، 9 ـ مشبك.

ب — القنوات الشاردية ليس لها نفس التوزيع على مستوى العصبون :

نوع القنوات الشاردية	إجابة السؤال 2 ـ ب الموقع	إجابة السؤال 3 ـ شروط أداء الوظيفة (شروط العمل)
1 ـ قنوات التسرب.	تتوزع بشكل متجانس في كل الغشاء من الزوائد الشجيرية حتى الأزرار المشبكية.	مفتوحة باستمرار تسمح بمرور حر للشوارد حسب تدرج التركيز الكهروكيميائي انفتاحها لا تكون مشروطة ولكن العدد الكبير لقنوات الـ K^+ في وحدة المساحة هو الذي يحدد النفاذية الاختيارية للغشاء لشاردتي Na^+ و K^+.
2 ـ القنوات المرتبطة بالفولطية (المبوبة كهربائيا).	توجد على مستوى المحور الاسطواني من بداية المحور (القطعة المخروطية) حتى الأزرار المشبكية (أنها منطقة مختصة في توليد وانتشار الرسالة العصبية). هناك قنوات خاصة بالـ Ca^{++} توجد في منطقة الأزرار.	مغلقة أثناء الراحة، تنفتح عند تغيير الكمون الغشائي (فرق الكمون على جانبي الغشاء) وانفتاحها مشروط بقيمة العتبة لفرق الكمون الغشائي المميز بها.
3 ـ القنوات المرتبطة بالكيمياء (المبوبة كيميائيا).	توجد فقط على مستوى الأغشية الهيولية البعد مشبكية في المشابك الكيميائية (منطقة مختصة في استقبال الوسيط الكيميائي وتوليد رسالة عصبية).	انفتاحها يتم عن طريق جزيئات المبلغ الكيميائي التي ترتبط بها.

3 — الإجابة في الجدول السابق.

4 — نشأة وانتشار الرسالة العصبية : الرسالة العصبية المولدة من قبل العصبون مكونة من سلسلة من إشارات كهربائية أولية تدعى كمونات العمل. سنتابع نشأة إحدى هذه الإشارات وانتقالها على طول سلسلة عصبونية.
كمون العمل : هو زوال استقطاب للغشاء مرتبط بتغيير مؤقت لنفاذيته يسببه التنبيه.
هذه الظاهرة تتدخل فيها نوعين من القنوات المتعلقة بالفولطية لـ Na^+ و K^+ التي تتدخل بالتناوب :
عند تنبيه فعال، الكمون الغشائي يصل إلى قيمة العتبة لقنوات الـ Na^+ المرتبطة بالفولطية مسببا في انفتاحها. شوارد الـ Na^+ تدخل بكثافة للعصبون حسب تدرج تركيزها مسببة زوال وانعكاس الاستقطاب حتى قيمة (+30mv). انطلاقا من هذه القيمة تنغلق قنوات الـ Na^+ بينما تنفتح قنوات الـ K^+ المرتبطة بالفولطية فتخرج شوارد K^+ فجأة من العصبون. إن فقدان الشحنات الموجبة يعيد استقطاب الغشاء الذي يستعيد كمون راحته. كمون العمل هذا ينتشر على طول غشاء المحور الاسطواني بالتحديد بفضل التيارات المحلية التي تفتح قنوات الفولطية.
في مستوى الأزرار المشبكية : كمون العمل يفتح قنوات الـ Ca^{++} المتعلقة بالفولطية فيدخل الكالسيوم



إلى هيولى العنصر القبل مشبكي حسب تدرج الالكتروكيميائي وينبه إفراز الحويصلات المشبكية فتحرير المبلغ الكيميائي في الحيز المشبكي. إن جزيئات المبلغ العصبي تثبت على المستقبلات النوعية ضمن القنوات الكيميائية للعنصر البعد مشبكي:

– في حالة المشبك المنبه، يرتبط المبلغ الكيميائي بقنوات الـ Na^+ مسببة انفتاحها. إن انتشار شوارد الـ Na^+ في العصبون البعد مشبكي يولد كمون عمل بعد مشبكي منبه PPSE الـ PPSE يمكنه أن يولد كمون عمل بعد مشبكي إذا كان سعته تساوي عتبة فتح قنوات الفولطية للعصبون البعد مشبكي. إذا تنتقل الرسالة القبل مشبكية.

– إذا كان تثبيت المبلغ الكيميائي يسبب انفتاح قنوات الـ K^+ أو Cl^- فإن خروج K^+ أو دخول Cl^- من أو إلى العنصر البعد مشبكي يسبب فرط الاستقطاب في غشائه يدعى كمون بعد مشبكي مثبط PPSI فلا يتولد كمون عمل. إن المشبك مثبط لا ينقل الرسالة العصبية.

إجابة التمرين 61

أ – 1 – قيمة الكمون المفروض: +65mv

2 – تفسير المنحنى B : يمثل المنحنى حركة التيارات الـمسجلة على مستوى الغشاء القبل مشبكـي (ms1–0) نسجل تيار داخلي ناتج عن انفتاح قنوات فولطية ودخول الشوارد، ثم سرعان ما يتوقف التيار الداخلي نتيجة انغلاق هذه القنوات (ms5–1) نسجل تيارات خارجة ناتجة عن انفتاح قنوات فولطية أخرى وخروج الشوارد وهي بطيئة الانغلاق.

تفسير المنحنى A : عند إضافة مادة مثبطة لانتقال شوارد الصوديوم لا نسجل التيارات الداخلية ونسجل فقط التيارات الخارجية مما يدل على أن التيار الداخلي متعلق بدخول الصوديوم والتيارات الخارجية متعلقة بخروج البوتاسيوم.

الاستخلاص: مصدر كمون العمل القبل مشبكي هو تيارات كهربائية ناتجة عن انفتاح القنوات الـمرتبطة بالفولطية وحركة الشوارد على جانبي غشاء الليف.

ب – 1 – تفسير نتائج الجدول :

– قبل إضافة ACh يكون توزع الشوارد على جانبي الغشاء البعد مشبكي غير متساوي ولا نسجل حركة التيارات وهذا يدل على أن القنوات مغلقة.

– عند إضافة ACh نسجل تيارات داخلية وتساوي تركيز الصوديوم على جانبي الغشاء مما يدل على دخول شوارد الصوديوم نتيجة انفتاح القنوات الكيميائية للـ Na^+ المستقبلة للـ ACh.

– عند إضافة GABA نسجل تيارات داخلية وتساوي تركيز الكلور على جانبي الغشاء مما يدل على دخول شوارد الكلور نتيجة انفتاح القنوات الكيميائية للـ Cl^- المستقبلة للـ GABA.

2 – الاستنتاج: تتواجد على مستوى الغشاء البعد مشبكي قنوات مرتبطة بالكيمياء تتثبت عليها مبلغات كيميائية مثل ACh والـ GABA هو المتحكم في انفتاحها.

جـ – تلعب البروتينات دورا أساسيا في نقل النبأ العصبي عبر السلاسل العصبونية للجهاز العصبي :

1 – عبر العصبون الواحد :

– تضمن البروتينات وجود وثبات كمون الراحة وذلك بتدخل (1) بروتينات قنوات التسرب، (2) مضخة K^+/Na^+.

– تضمن البروتينات نشأة وانتشار كمون العمل عبر العصبون وذلك بتدخل القنوات المرتبطة بالفولطية.

2 – عبر المشبك:

يتم نقل النبأ العصبي من عصبون إلى خلية مجاورة عبر منطقة تمفصل: المشبك حيث تساهم في هذه الظاهرة الأنواع التالية للبروتينات:

1 ـ البروتينات القنوية المرتبطة بالفولطية للـ Ca^{++} المتواجدة في مستوى الأزرار.

2 ـ البروتينات القنوية المرتبطة بالكيمياء المتواجدة على الغشاء بعد المشبكي والتي تتأثر بالأستيل كولين



أو بالـ GABA حسب نوع المشبك (مبلغات عصبية).
3 ـ بروتين إنزيمي: الأستيل كولين استراز الذي يفكك الأستيل كولين ويوقف تأثيره.

إجابة التمرين 62

1 ـ تحليل التسجيلات: في التجربة (1): إن التنبيه الفعال St1 تم على العصبون القبل مشبكي N2.

الوثيقة (2a):

– في O1 : المتواجد على مستوى إحدى تفرعات المحور N2 فنسجل بعد زمن ضائع انعكاس استقطاب غشائي يمر من 70mv– حتى 30mv+ إنه كمون عمل قبل مشبكي ينتشر من نقطة التنبيه.

– في O2 وO3 : المتواجد على التوالي على مستوى المخروط المحوري للعصبونات البعد مشبكية N1 وN3 فنسجل بعد زمن ضائع زوال استقطاب ضعيف (60mv–) فهو يقترب من الكمون الغشائي دون الوصول إليه. هذه الكمونات البعد مشبكية منبهة PPSE.

إذا المشابك S1 و S2 منبهة.

– في O4 : المتواجد على محور العصبون N3. أنه كمون الراحة المسجل لأنه PPSE لا ينتشر.

– في O5 : المتواجد على مستوى العصبون البعد مشبكي N4 فنشاهد فقط كمون الراحة لأن المشبك S3 لم ينبه.

الوثيقة (2b): إن التنبيه الفعال St2 تم على مستوى العصبون القبل مشبكي N3 سمح بتسجيل:

– في O4 : كمون عمل قبل مشبكي – انتشر.

– في O5 : فرط استقطاب: هذه الزيادة في كمية الشحنة السالبة الداخلية للمخروط البعد مشبكي تبعد الكمون عن عتبة كمون العمل وتنقص من قابليته للتنبيه. فهو كمون بعد مشبكي مثبط PPSI.

إذا المشبك S3 مثبط.

الوثيقة (2c): نتيجة للتنبيه في St3 للعصبون القبل مشبكي N5 نسجل:

O6 : كمون عمل قبل مشبكي ينتشر انطلاقا من نقطة التنبيه في O5 زوال استقطاب أو PPSE أقل من العتبة (عتبة كمون العمل). إذا المشبك S4 منبه.

2 ـ

التسجيلات / التجارب	تنبيه فعال للعصبون القبل مشبكي N2	سلسلة من التنبيهات الفعالة المتقاربة للعصبون القبل مشبكي N2	الاستنتاجات
في O1 ليف قبل مشبكي	كمون عمل واحد	سلسلة من كمونات عمل بتواتر عالي	كل تنبيه فعال يولد كمون عمل قابل للانتشار على مستوى العصبون المنبه.
في O2 وO3 مخاريط بعد مشبكية	PPSE أولى أقل من عتبة كمون العمل	PPSE بقيمة 35mv– أكبر من العتبة يولد كمون عمل بعد مشبكي	إن كمون العمل الواحد القبل مشبكي لا يستطيع توليد كمون عمل بعد مشبكي. سلسلة من كمونات العمل القبل مشبكية المتتالية بفارق زمني قصير جدا تولد تجميع زمني عدة كمونات PPSE ابتدائية تولد PPSE إجمالي. إن قيمة هذا الـ PPSE إذا وصلت لعتبة زوال الاستقطاب تولد كمون عمل بعد مشبكي.
في O4 ليف بعد مشبكي	كمون راحة	كمون عمل	إن PPSE غير قابل للانتشار. إن كمون العمل فقط هو القابل للانتشار ويتجدد بنفس القيمة (أي يساوي نفسه).
في O5 مخروط بعد مشبكي	كمون راحة	كمون بعد مشبكي مثبط PPSI	إن استجابة بعد مشبكية تتطلب تنشيط المشبك بكمون عمل قبل مشبكي.

الحصيلة: المشبك العصبي – عصبي لا يعمل (Coup par coup): كمون عمل واحد قبل مشبكي لا يستطيع توليد كمون عمل بعد مشبكي. إن الرسالة العصبية الابتدائية غير قابلة للانتشار(المرور) عبر المشبك.



– إن توليد رسالة عصبية بعد مشبكية تتطلب الإدماج من قبل العصبون البعد المشبكي لعدة رسائل واردة وهي نتيجة إدماج كمونات عمل بعد مشبكية PPS المتولدة الذي يسمح أولا يسمح بانتشار (انتقال) الرسالة العصبية من عصبون لآخر.

3 – تأثير التنبيهات St3 : إن سلسلة من التنبيهات الفعالة على العصبون N3 ستولد في نقطة التنبيه تواتر من كمونات العمل بنفس السعة، هذه السلسلة من كمونات العمل ستنتشر بفضل التيارات المحلية على جانبي نقطة التنبيه ويسجلها O4 وO3.

الـ O1: يبين تسجيل كمون عمل. إن النقل المشبكي للرسالة العصبية ذات اتجاه واحد (القطبية) إن سلسلة كمونات العمل هذه لا تعبر المشبك S2.

في O5: نسجل PPSI إجمالي بتجميع (إدماج) زمني للكمونات الـ PPSI الابتدائية التي تولدها كمونات العمل القبل مشبكية التي نبهت المشبك S3. إن هذا الكمون PPSI الإجمالي له سعة أكبر من تلك المحصل عليها في التجربة رقم (2).

4 – تحليل التجربة (3): إن المواد X1، X2، X3 المحقونة في الشقوق المشبكية أثرت على الأغشية البعد مشبكية بتغير كمونها الغشائي: إنها مبلغات عصبية.

X1 : ليس لديه تأثير على المشابك S3 و S4 ولكن سببت زوال استقطاب الغشاء البعد مشبكي للعصبونات N1 و N3 بجعلها أكثر قابلية للتنبيه. إنه مبلغ عصبي منبه مميز للمشابك S1 ، S2 فينتجه العصبون القبل مشبكي N2 ويحرر في الشق المشبكي.

X2 : ليس له تأثير على المشبك S3 فيسبب فرط استقطاب غشاء العصبون N4 يجعله أقل قابلية للتنبيه. هذا المبلغ العصبي المثبط مميز للمشبك S3 ويفرزه العصبون N3....

X3 : يؤثر على مستوى المشبك S4 فيسبب زوال استقطاب العصبون البعد مشبكي N4 فهو مبلغ عصبي منبه مميز للمشبك S4 وينتجه العصبون N4....

إجابة التمرين 63

I – 1 – يمثل المنحنى (a): كمون عمل أحادي الطور يتكون من الأجزاء التالية : موجة زوال وانعكاس الاستقطاب، عودة الاستقطاب، فرط في الاستقطاب، عودة إلى حالة الراحة.

2 – تأثير المادتين السامتين على الاستجابة الكهربائية للمحور العصبي :

- تمنع المادة (TTX) ظهور كمون العمل (تمنع زوال الاستقطاب).
- المادة (TEA) تبطئ إعادة الاستقطاب وتمنع الإفراط في الاستقطاب.

3 – الفرضيتان المقترحتان : – ربما يعود غياب كمون العمل في الحالة (b) لكون المادة (TTX) منع دخول شوارد Na^+ المسؤولة عن زوال الاستقطاب وانعكاسه.

– ربما يعود بطء إعادة الاستقطاب ومنع الإفراط في الاستقطاب في الحالة (C) لأن مادة (TEA) تمنع خروج شوارد K^+.

II – 1 – طريقة فرض كمون معين على جانبي الغشاء: يستوجب فرض كمون معين على جانبي غشاء الليف إلغاء أو تعديل الكمون الغشائي المقاس وذلك بإرسال تيار كهربائي معين عبر إلكترود التزويد المتصل بهيولى الليف العصبي.

2 – الاستنتاج من تحليل المنحنيات :

- في حالة المحلول الفيزيولوجي فقط : بعد التنبيه نسجل انخفاض في كمية الشوارد (Na^+ وK^+) خارج المحور وهذا لدخول Na^+ إلى داخل الليف (تيار داخلي) وذلك بعد فتح القنوات الفولطية الخاصة بشوارد Na^+ بعدها نسجل زيادة في عدد الشوارد خارج المحور بسبب خروج K^+ بعد فتح القنوات الفولطية الخاصة بالـ K^+ (تيار خارجي).
- في وجود TTX: يختفي التيار الداخلي الناتج عن دخول شوارد Na^+ ونسجل فقط التيار الخارجي الناتج عن خروج شوارد K^+. إذن مادة TTX فعلا تمنع دخول شوارد Na^+ في المحور المنبه وهذا لأنها تمنع انفتاح القنوات الفولطية الخاصة بـ Na^+.



• في وجود TEA: ينخفض تركيز الشوارد خارج المحور نتيجة دخول شوارد Na^+ ولا نسجل زيادة في تركيز الوسط الخارجي لعدم خروج شوارد K^+.
إذن مادة TEA تمنع انفتاح القنوات الفولطية الخاصة بـ K^+ وبالتالي عدم خروجه وهذا يبطيء عودة الاستقطاب ولا يظهر فرط الاستقطاب.

3 – علاقة النتائج بالفرضيتين المقترحتين في السؤال 1 – 3.
نعم نتائج هذه التجارب تحقق الفرضيتين في السؤال 1 – 3.

إجابة التمرين 64

I – 1 – تحليل التسجيلات المحصل عليها:
التجربة 1: عند إحداث تنبيه فعال في العصبون N1 تم تسجيل منحنيات متماثلة لكمونات عمل على مستوى أجهزة راسم الاهتزاز المهبطي(ج1، ج2، ج3).
التجربة 2: عند حقن كمية G1 (كمية قليلة) من الأستيل كولين بين العصبونين N2 و N1 لم تسجل أي استجابة في الجهازين(ج1، ج3) بينما سجل كمون غشائي على مستوى الجهاز(ج2).
التجربة 3: عند حقن كمية G2 (كمية أكبر) من الأستيل كولين بين العصبونين N2 وN1 لم تسجل أية استجابة في الجهازين(ج1) بينما سجل كمون عمل على مستوى الجهازين(ج2 وج3).
التجربة 4: عند حقن كمنية G3 (كمية كبيرة) من الأستيل كولين داخل العصبون N2 لم تسجل أية استجابة في الأجهزة الثلاثة (ج1، ج2، ج3).

2 – تبيان أن انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك مشفرة بتركيز الأستيل كولين: يتبين من التسجيلات المحصل عليها في التجربتين 2 و3 أن كمية الأستيل كولين المحقونة في الشك المشبكي هي التي تتحكم في توليد كمون العمل في الغشاء بعد المشبكي بشرط أن لا تقل عن عتبة معينة.

3 – تحديد مكان تأثير الأستيل كولين: يؤثر الأستيل على السطح الخارجي لغشاء العصبون بعد مشبكي.

4 – الاستخلاص: يؤدي الرسالة العصبية المشفرة بتواتر كمون عمل على مستوى العصبون قبل المشبكي إلى تغير في كمية المبلغ العصبي الذي يتسبب في توليد رسالة عصبية في العصبون بعد مشبكي.

II – 1 – التعرف على العناصر"أ" وتحديد طبيعتها الكيميائية :
• تمثل العناصر "أ" مستقبلات قنوية للأستيل كولين.
• ذات طبيعة بروتينية.

2 – تفسير النتائج المحصل عليها على مستوى (ج2): شغلت جزيئات α بنغاروتوكسين المواقع الخاصة بتثبيت الأستيل كولين وبالتالي منعت هذا الأخير من توليد استجابة في العصبون بعد مشبكي.

3 – استنتاج طريقة تأثير الأستيل كولين على مستوى المشبك : يؤثر الأستيل كولين على مستوى الغشاء بعد مشبكي، حيث يتثبت على مستقبلات قنوية نوعية مرتبطة بالكيمياء مؤديا إلى فتح القنوات، مما يسمح بتدفق داخلي لشوارد Na^+.

III – آلية انتقال الرسالة العصبية على مستوى المشبك :
1 – وصول موجة زوال الاستقطاب.
2 – فتح القنوات المرتبطة بالفولطية لـ Ca^{+2} الموجودة في نهاية العصبون قبل المشبكي حيث تنتقل Ca^{+2} إلى داخل الزر.
3 – حدوث هجرة داخلية للحويصلات المشبكية.
4 – تحرير المبلغ العصبي في الشق المشبكي.
5 – تثبيت المبلغ العصبي على المستقبلات القنوية الموجودة في الغشاء بعد المشبكي.
6 – توليد كمون عمل في العصبون بعد المشبكي.
7 – تفكيك المبلغ العصبي.
8 – عودة امتصاص نواتج التفكيك. الرسم التخطيطي : (راجع إجابة التمرين 12)



إجابة التمرين 65

I – 1 – التسجيل أ : كمون راحة.

س : قنوات تسرب لـ K^+

ع : قنوات تسرب لـ Na^+

ج : مضخة K^+/Na^+

2 – مصدر كمون الراحة : – ثبات التوزع غير المتساوي لـ Na^+ و K^+ بين الوسط الداخلي والخارجي.

– الناقلية الكبيرة لـ K^+ عبر الغشاء كون عدد قنوات K^+ أكثر.

3 – تؤمن مضخة Na^+ ثبات الكمون الغشائي في – 70 mv بطرح Na^+ نحو الخارج عكس تدرج تركيزه والتي تميل إلى الدخول بالانتشار وحقن شوارد K^+ التي تميل إلى الخروج، باستهلاك طاقة تستمدها من إماهة ATP.

II – 1 – أ – **التسجيل** : منحني أحادي الطور لكمون العمل.

أ ـ ب : زمن الكمون.

ب ـ جـ : زوال وانعكاس الاستقطاب.

جـ ـ د : عودة الاستقطاب.

د ـ هـ : فرط الاستقطاب.

هـ ـ و : العودة إلى كمون الراحة.

الاستنتاج: يسبب التنبيه الفعال تغييرا مؤقتا في الكمون الغشائي يدعى كمون عمل.

ب – المعلومات :

- تغيرات الكمون الغشائي أثناء كمون عمل ناتج عن تدخل قنوات ق1، ق2.
- زوال استقطاب يعود لانفتاح قنوات ق1.
- عودة الاستقطاب تعود لانفتاح قنوات ق2 وانغلاق القنوات ق1.
- فرط في الاستقطاب يعود لتأخر انغلاق قنوات ق2.

جـ – خاصية الجزيئات ق1 و ق2:

- تكون مغلقة أثناء كمون الراحة عكس س وع المفتوحة باستمرار.
- تنفتح أثاء كمون العمل.
- انفتاحها مرتبط بالتنبيه.
- انفتاح قنوات ق1 يكون قبل القنوات ق2...

2 – أ – المعلومات المستخلصة:

- بمقارنة 3 مع 1: التيار الداخلي ناتج عن دخول Na^+ عبر ق1 المفتوحة.
- بمقارنة 3 مع 2: التيار الخارجي ناتج عن خروج K^+ عبر ق2 المفتوحة.

ب – ق1: قناة فولطية لـ Na^+ ، ق2: قناة فولطية لـ K^+

تفسير منحنى كمون العمل :

زوال استقطاب : يعود لدخول شوارد Na^+ عبر القناة الفولطية ق1 الخاصة به.

عودة الاستقطاب : يعود لخروج شوارد K^+ عبر القناة الفولطية ق2 الخاصة به.

إفراط في الاستقطاب : يعود لتأخر انغلاق القناة الفولطية لـ K^+.

إجابة التمرين 66

I – 1 – الفرضية المقترحة :

– كمون العمل "تغير الكمون الغشائي" ناتج عن ناقليه الغشاء لشوارد Na^+ و K^+

2 – أ – التأثير : – من مقارنة الشكل 1 بالشكل 2، نستخلص أن مادة TDT تمنع دخول شوارد Na^+

– من مقارنة الشكل 1 بالشكل 3، نستخلص أن مادة TEA تمنع خروج شوارد K^+



ب – نعم :
في الحالة الطبيعية : – التنبيه أدى إلى ارتفاع تركيز Na^+ بكميات كبيرة دلالة على تدفق Na^+ نحو الداخل مسببا زوال الاستقطاب.
– ثم نلاحظ انخفاض تركيز K^+ داخل الليف العصبي دلالة على خروج شوارد K^+ مسببا عودة الاستقطاب.
ومنه فإن كمون العمل ناتج عن دخول شوارد Na^+ وخروج شوارد K^+

II – 1 – التحليل المنهجي:
- عند تنبيه العصبون (أ): تسجيل زوال الاستقطاب، عدم بلوغه العتبة... كمون بعد مشبكي تنبيهي.
- عند تنبيه العصبون (ب) تسجيل زوال الاستقطاب، عدم بلوغه العتبة... كمون بعد مشبكي تنبيهي.
- عند تنبيه العصبون (جـ) تسجيل فرط الاستقطاب،... كمون بعد مشبكي تثبيطي.
- عند تنبيه العصبونين (أ + ب) تسجيل زوال الاستقطاب،... بلغ العتبة سمح بتسجيل كمون عمل.
- عند تنبيه العصبونات (أ + ب + جـ): تسجيل زوال الاستقطاب، عدم بلوغه العتبة.

2 – الاستنتاج: – المشابك الكيميائية نوعان :
- مشبك منشط/ مشبك مثبط.
- لكل مشبك وسيط كيميائي خاص به.

3 – التسجيلات المتوقعة في (ر.إ.م) (4): تعتبر هذه المنطقة، منطقة إدماج، ويتحدد التسجيل في الجهاز (4) المثبت فيها حسب التنبيهات المنجزة حيث يسجل كمون عمل وانتشار السيالة العصبية أو تسجيل كمون راحة وعدم انتشار السيالة العصبية.

4 – تفسير النتائج :
– عند تنبيه (أ + ب) معا يقوم العصبون بدمج وتجميع الكمونات بعد مشبكية تجميعا فضائيا لتسجيل زوال استقطاب بلغ العتبة وسمح بتسجيل كمون عمل وانتشار السيالة العصبية.
– عند تنبيه (أ + ب + جـ) فإن محصلة الإدماج هي تسجيل زوال استقطاب دون العتبة، وهذا لا يسمح بتسجيل كمون عمل وعدم انتشار السيالة العصبية.

5 – الرسم التخطيطي : (راجع إجابة التمرين 12).

إجابة التمرين 67

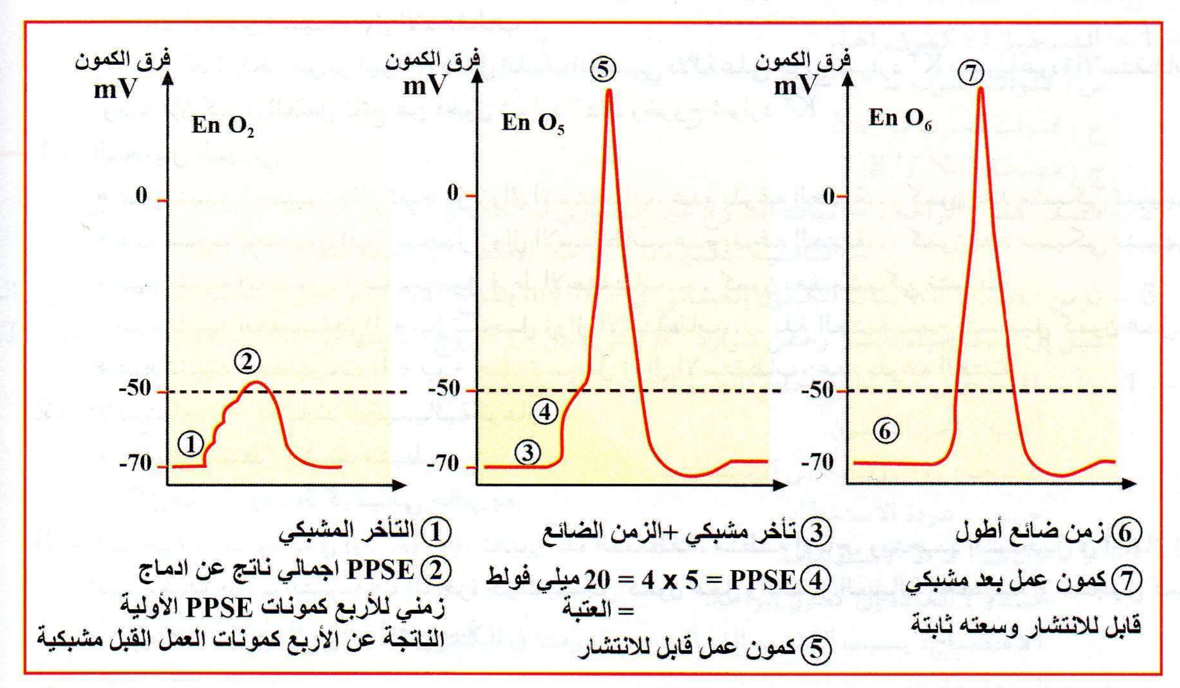
1 – أ – الاستجابات المنتظرة إثر التنبيه SA: إن التنبيه (SA) أدى بعد تأخر مشبكي ضعيف إلى زوال استقطاب سعته (5) ملي فولط على مستوى المخروط المحوري للعصبون M البعد مشبكي هذا الـ PPS الذي قرب الكمون الغشائي من عتبة كمون العمل هو PPSE يبين أن:
إن المشبك A–M قد تم تنشيطه ومنه فإن تنبيه العصبون القبل مشبكي A–M قد تم تنشيطه ومنه فإن تنبيه العصبون القبل مشبكي A كان فعالا إذا المشبك A–M هو مشبك منبه.
فيمكن إذا تسجيل:
– على مستوى O1 كمون عمل قبل مشبكي منتشر.
– على مستوى O2 PPSE سعته أكبر من (5) ميلي فولط ولكنها تساوي أو أقل من العتبة.
هذا الـ PPSE لا يصل إلا إلى قيمة (–65) ملي فولط على مستوى المخروط المحوري.
– الجهاز O6 لا يسجل إلا كمون الراحة لأنه PPSE غير قابل للانتشار.

ب – إن التنبيه العصبون القبل مشبكي B أدى بعد تأخر مشبكي إلى فرط استقطاب المخروط المحوري M بقيمة (5) ميلي فولط. هذا الـ PPS الذي يبعد الكمون الغشائي من العتبة هو مثبط PPSI.
يبين أن المشبك B–M تم تنشيطه إثر تنبيه فعال للعصبون B إذا المشبك B–M مثبط.
الاستجابات المنتظرة هي :
– على مستوى الزر المشبكي في O3 نسجل كمون عمل قبل مشبكي.
– على مستوى O4 نسجل PPSI سعته أكبر بقليل لـ (5) ملي فولط.



– على مستوى الليف O6 نسجل كمون راحة لأن الـ PPSI لا يمكن تسجيله.

2 — استجابات التنبيهات الأربعة للعصبون A:



3 — إن تنبيهات العصبونين A وB في آن واحد يؤدي على التوالي إلى PPSE وPPSI بنفس السعة. إن التأثيرات المتعاكسة لهذين الكمونين يلغي بعضهم البعض بالإدماج الفضائي على مستوى المخروط المحوري.

– الجهاز O5 لا يسجل إلا كمون الراحة.

4 — أ – آلية عمل المشبك B–M : إن المشبك B–M يتميز بمبلغ عصبي كيميائي مثبط الذي يمنع انتشار الرسالة العصبية من عصبون لآخر : آلية عمل المشبك المثبط (راجع إجابة التمرين 51).

ب – بوجود المستقبلات الخاصة بالوسيط على الغشاء الهيولي للعنصر البعد مشبكي وليس الغشاء الهيولي للعنصر القبل مشبكي.

ولأن الرسالة العصبية تنتقل من العصبون القبل مشبكي إلى البعد مشبكي من الزوائد الشجيرية إلى الجسم الخلوي.

جـ – تثبيت المادة المشلة على مستقبلات المبلغ العصبي لوجود تكامل بنيوي بينهما مما يمنع تثبت جزيئات المبلغ الطبيعية عليها ← عدم تشكل كمون عمل ← عدم انتقال السيالة العصبية ← حدوث الشلل.

إجابة التمرين 68

1 — تفسير نتائج التجربة (1): عند تنبيه العصبون (1) نسجل صراخ القط وهذا يدل على الإحساس بالألم كما نلاحظ تناقص عدد الحويصلات المشبكية الحاوية على المادة (P) نتيجة تحريرها في الحيز المشبكي (6) ثم توضعها على المستقبلات البعد مشبكية للعصبون (3) الذي ينقل السيالة العصبية إلى الدماغ ومنه الإحساس بالألم.

تفسير نتائج التجربة (2): عند حقن الأنكيفالين في الحيز المشبكي (7) ثم ننبه العصبون (1) لا نلاحظ صراخ القط دليل على عدم إحساسه بالألم كما نلاحظ عدم إطراح المادة (P) في الحيز المشبكي أي عدم تنبيه العصبون (3).

2 — تحليل التجربة (3) مع الاستنتاج : نتحصل نفس النتائج السابقة وهذا يدل على نهاية العصبون (2) تحمل حويصلات حاوية على الانكيفالين.

3 — الاستنتاج: طرح المادة (P) في الحيز المشبكي (6) يؤدي إلى الإحساس بالألم فهي إذن مسؤولة عن نقل السيالة العصبية إلى العصبون الوارد إلى الدماغ متسببة في الإحساس بالألم.

طرح مادة الأنكيفالين في الحيز المشبكي (7) يؤدي إلى تثبيط طرح المادة (P) فعدم نقل الرسالة إلى الدماغ إذا فهي



ـسؤولة عن توقيف الألم.

4 – بيانات الوثيقة (2): 1 – عصبون حسي وارد من الجلد، 2 – عصبون صادر من الدماغ، 3 – عصبون وارد إلى الدماغ، 4 – حويصلات مشبكية بها مادة (P)، 5 – حويصلات مشبكية بها مادة الأنكيفالين، 6 – مشبك منبه، 7 – مشبك مثبط.

5 – دور مادة المورفين : من التجربة (4) يتبين لنا أن للمورفين نفس تأثير الأنكيفالين.

6 – نوع المشبك (6) منبه، نوع المشبك (7) مثبط. (راجع إجابة التمرين 13).

7 – المعلومة المستخرجة من الوثيقة (4): أن بنية المورفين تتكامل بنيويا مع مستقبلات الأنكيفالين، إذن للمورفين نفس بنية الأنكيفالين.

8 – نعم تؤكد الفرضية أن للمورفين والأنكيفالين نفس البنية الفراغية فبإمكان المورفين التثبيت على مستقبلات الأنكيفالين وتعمل نفس العمل وهو تثبيط طرح المادة (P) المسؤولة عن الألم فيتوقف الألم.

إجابة التمرين 69

I – 1 – دور العضلتين (ع1، ع2) : (ع1) : تمثل العضلة القابضة للساق، أما (ع2) فتمثل العضلة الباسطة له.

2 – الاستخلاص : يوجد تناسب طردي بين تردد كمونات العمل وشدة المنبه و(ك1) أقل من العتبة أما (ك2، ك3) فأكبر أو تساوي العتبة.

3 – أ – الظاهرة وشروط تسجيلها: كمون الراحة ويتم تسجيله بوضع قطب استقبال على السطح والآخر داخل الليف بدون إحداث تنبيه.

ب – نوع المشبكين مع التعليل: المشبك (س) منشط لتسجيل كمون عمل بعد مشبكي، أما (ع) فمثبط لتسجيل إفراط في استقطاب.

ج – الرسم : رسم للمشبك المنشط وآخر للمشبك المثبط مع وضع البيانات على الرسم وإبراز دور القنوات الكيميائية (راجع إجابة التمرين 13).

د – α – دور الاسبارتات والـ GABA : الأسبرتات وسيط كيميائي منشط أما الـ GABA فهو وسيط كيميائي مثبط.

β – الفرضية : – الفالبرويك يثبط عمل الأسبارتات بارتباطه بالمستقبلات الغشائية في الغشاء بعد مشبكي (N2).

– البيروكسين يثبط عمل الـ GABA بارتباطه بالمستقبلات الغشائية بعد مشبكي (N3).

II – ما يحدث للعضلة الباسطة : ينتج عن التمدد القوي للعضلة الباسطة، العديد من كمونات العمل الحسية ينقلها الليف (N1) إلى النخاع الشوكي فتترجم إلى كمونات عمل، تنتقل إلى (N2) عن طريق الوسيط الكيميائي الأسبارتات الذي تكون كميته كبيرة نظرا لإدماج مجموعة من تواتر الكمونات العمل (تجميع زماني)، فينتج كمون غشائي قيمته أكبر من العتبة على مستوى (N2) عند وصوله للعضلة الباسطة (ع1) تستجيب بالتقلص رافعة الساق إلى الأعلى.

إجابة التمرين 70

1 – أ – تحليل المنحنى (أ): (1–2): زوال ثم انعكاس الاستقطاب.

(2–3): عودة الاستقطاب.

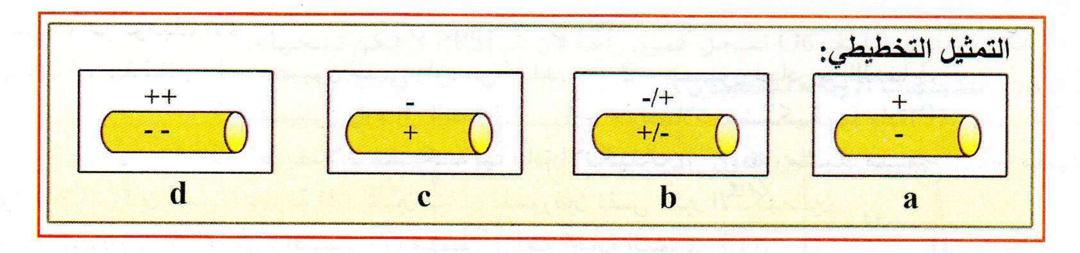
(3–4): فرط الاستقطاب.

(4–5): العودة إلى كمون الراحة.

ب – الاستنتاج: التنبيه يؤدي إلى تغير الكمون الغشائي ثم العودة إلى الحالة الطبيعية.

جـ – التمثيل التخطيطي :





د – المقارنة: – في الظروف العادية: يؤدي التنبيه إلى توليد كمون عمل.
– في وجود السم: يتولد زوال استقطاب ولا يكون متبوعا بعودة الاستقطاب.
– الاستنتاج: السم يمنع حدوث عودة الاستقطاب.

هـ – الفرضية : السم يؤثر على قنوات K^+ فيمنع انفتاحها فلا يتدفق K^+ إلى الوسط الخارجي فلا تحدث عودة الاستقطاب.

2 – أ – قيمة الكمون المفروض= +70mv

ب – تحديد العلاقة: يتزامن التيار الداخلي مع زوال الاستقطاب ويتزامن التيار الخارجي مع عودة الاستقطاب.

جـ – لا يتوافق.

التعليل: منحنى التيار الخارجي في حالة وجود السم يتطابق مع منحنى التيار الخارجي في الظروف العادية (1500 و.إ) في حين سعة التيار الداخلي تقدر بـ (6000 و.إ) [4 أضعاف مقارنة بالحالة الطبيعية].

3 – أ – القنوات المستعملة : قنوات Na^+ الفولطية.

التعليل: تسجيل تغير في التيار الداخلي فقط عن الظروف العادية.

ب – المقارنة: عند تطبيق الكمون المفروض:
– في الظروف العادية تنفتح القنوات الفولطية لـ Na^+ لفترة قصيرة أقل من 1 ms فيتولد تيار داخلي ثم تنغلق هذه القنوات.
– في وجود السم: تبقى هذه القنوات مفتوحة لمدة زمنية أطول.
– الاستنتاج: السم يعمل على إبقاء القنوات الفولطية لـ Na^+ مفتوحة لمدة أطول ولا يؤثر على قنوات K^+

جـ – آلية تأثير السم:
– السم يؤثر نوعيا على قنوات Na^+ الفولطية.
– عند توضعه على القنوات يعمل على إبقائها مفتوحة.
– إطالة مدة الانفتاح يمنع حدوث عودة الاستقطاب.
– يكون الليف العصبي في هذه الحالة غير قابل للتنبيه.

إجابة التمرين 71

1 – أ – تسمية المنحنى: كمون عمل

ب – الإشكالية: كيف تنتشر السيالة العصبية عبر الفراغ المشبكي من النهاية العصبية إلى الخلية بعد المشبكية؟

جـ – الإشكالية: لماذا لا يحدث ميز لكل من Na^+ و K^+؟

2 – أ – التحليل: قبل تطبيق الكمون المفروض: لا يوجد أي تيار أيوني يجتاز غشاء الليف العصبي ..
بعد تطبيق الكمون المفروض: نميز تعقب ظهور تيارين:
– تيار داخلي: قيمته –1mA/cm2 مدته 1.5 ملي ثا.
– تيار خارجي: قيمته +1mA/cm2 مدته 3.5 ميلي ثا.

ب – المقارنة :
2 مع 1: عند حقن التترودوكسين لا يظهر التيار الداخلي: ← التيار الداخلي من مسؤولية حركة شوارد Na^+
3 مع 1: عند حقن TEA لا يظهر التيار الخارجي: ← التيار الخارجي من مسؤولية حركة شوارد K^+.

جـ – جـ 1: التسمية: لأنها تعمل عند تغيير كمونات الغشاء (عند إحداث التنبيه).





جـ 2: المسؤولية: التيار الداخلي: يسبب زوال الاستقطاب وانعكاسه.
التيار الخارجي: يسبب عودة الاستقطاب وفرط الاستقطاب.

د – كمون الراحة : سببه التوزع غير المتعادل لشوارد Na^+ و K^+ على جانبي غشاء الليف العصبي...

التعليل: لأنه عند التنبيه: حدثت حركة شوارد Na^+ إلى الداخل و K^+ الخارج فاختفى كمون الراحة وظهر كمون العمل.

إجابة التمرين 72

I – 1 – تحليل النتائج الممثلة في الشكلين "أ" "ب" من الوثيقة 2:

- الشكل "أ": عند تنبيه العصبون ع1 يستجيب العصبون ع3 بكمونات عمل ذات سعات كبيرة.
- الشكل "ب": عند تنبيه العصبون ع1 وفي وجود المورفين يستجيب العصبون ع3 بكمونات عمل ذات سعات صغيرة.

2 – الاستخلاص : يقلل المورفين من الإحساس بالألم نتيجة تخفيض استجابة العصبون الناقل للألم.

3 – الفرضية المقدمة لتفسير طريقة تأثير المورفين: يؤثر المورفين على مستوى المشبك م2 بتعطيل عمل العصبون ع1.

II – 1 – تفسير النتائج التجريبية :

- في الحالة الأولى: تسبب تنبيه العصبون ع1 في إفراز المادة P في المشبك م1 التي نتج عنها توليد رسالة عصبية في العصبون ع3 مؤدية إلى الإحساس بالألم.
- في الحالة الثانية: تسبب تنبيه كل من العصبون ع1 والعصبون ع2 في إفراز مادة الأنكيفالين على مستوى المشبك م2 التي نتج عنها تثبيط إفراز المادة P، وبالتالي لم تتولد رسالة عصبية في العصبون ع3، فلم يتم الإحساس بالألم.

2 – تحليل الوثيقة : يلاحظ أن لكل من المورفين والأنكيفالين بنى فراغية مختلفة إلا أنهما يمتلكان أجزاء تثبيت متشابهة على نفس المستقبلات الغشائية.

3 – نعم تسمح بتأكيد الفرضية.

التعليل: يمنع المورفين أو الأنكيفالين إفراز P من العصبون ع1 المسببة للألم، وبالتالي تؤدي إلى التخفيف من الألم.

إجابة التمرين 73

1 – أ – التحليل : نلاحظ تباين في توزع الشوارد على جانبي غشاء المحور حيث :

- تركيز شوارد Na^+ خارج المحور أكبر من تركيزه داخل المحور بـ 9 مرات.
- تركيز شوارد K^+ داخل المحور أكبر من تركيزه خارج المحور بـ 20 مرة تقريبا.

ب – الاستنتاج: كمون الراحة (الكمون الغشائي) ناتج عن توزع غير متساوي لشوارد Na^+ و K^+ على جانبي غشاء المحور.

2 – يعمل التنبيه (الكمون المفروض) على إحداث :

- تيار أيوني داخلي سريع ولفترة قصيرة حوالي 0,5 ملي ثانية.
- تيار أيوني خارجي بطيء يستمر لغاية توقف الكمون المفروض.
- إذن يمكن أن نقول إن كمون العمل ناتج عن حركة سريعة للشوارد كالتالي : تيار داخلي يوافق زوال وانعكاس الاستقطاب وتيار خارجي يوافق عودة الاستقطاب وفرط الاستقطاب.

3 – أ – المقارنة بين التسجيل "أ" و"ب":

في الحالة الأولى (التسجيل "أ") نلاحظ تيارين، تيار أيوني داخلي وآخر خارجي.

بينما في الحالة الثانية (التسجيل "ب") نسجل اختفاء التيار الداخلي في حين يكون التيار الخارجي اسرع



مما هو عليه في الحالة الأولى.
ب – الاستنتاج: التيار الأيوني الداخلي ناتج عن حركة شوارد Na^+.
4 – المعلومة الإضافية : التيار الخارجي ناتج عن حركة شوارد K^+.
5 – أ – تم تعويض Na^+ و K^+ بالكولين التي تحمل شحنة موجبة للحفاظ على استقطاب الغشاء.
ب – الظواهر الأيونية: هي دخول شوارد Na^+ وخروج شوارد K^+.
جـ – لا نسجل كمون عمل بل نتحصل على فـرط في الاستقطاب لعدم دخول شوارد Na^+ بينما تخرج شوارد K^+ وبالتالي يصبح الوسط الداخلي ذو درجة كهروسلبية كبيرة.
د – نعم نتحصل على كمون عمل عند تعويض K^+ بالكولين.
التوضيح : كون شوارد Na^+ تدخل متسببة في حدوث انعكاس الاستقطاب "زوال استقطاب" ولكن تكون عودة الاستقطاب بطيئة ولا نسجل فرط في الاستقطاب لعدم خروج شوارد K^+ المسؤولة على ذلك.

إجابة التمرين 74

1 – التحليل: إن التنبيه الكهربائي للعصبون (1) يولد موجة زوال الاستقطاب تتسبب في تحرير المادة (س) في الحيز المشبكي لتثبت على المستقبلات الغشائية للغشاء بعد المشبكي في المشبك (1 – 3).
2 – إن تنبيه العصبون (2) يؤدي إلى إفراز مادة الـ Enképhalines في الحيز المشبكي (2 – 1) والتي تسبب نقصان تركيز المادة (س) في الحيز المشبكي (1 – 3) بعد تنبيه العصبون (1) متسببة في زوال الإحساس بالألم.
3 – التسجيلين(أ، ب) عبارة عن كمونات عمل مسجلة إثر تنبيهات فعالة للعصبون الحسي حيث:
– قبل حقن مادة المورفين نسجل كمونات عمل ذات سعات عالية.
– بعد الحقن بالمورفين نسجل كمونات عمل ذات سعات منخفضة جدا، رغم التنبيهات الفعالة والشديدة.
فالمورفين يثبط عمل الوسيط الكيميائي (المادة (س)) أي تلعب نفس الدور الذي يعلبه الإنكيفالين.
4 – نمط تأثير المورفين مقارنة بالمادة الطبيعية الأنكيفالين.
فالمورفين يثبت ويشغل المستقبلات الغشائية الخاصة بالانكيفالين في مستوى الغشاء بعد المشبكي لأنه لجزيئته بنية فراغية مماثلة لجزء من البنية الفراغية للأنكيفالين، مما يؤدي إلى فقدان الإحساس بالألم.
الاستخلاص : تسمح التجارب السابقة باستخلاص ما يلي :
- مصدر الإحساس بالألم هو المادة (س).
- المراقبة الطبيعية للألم يتم بإفراز مادة الانكيفالين.
- المراقبة الطبية للألم تتم عن طريق حقن مادة المورفين.
- تلعب المادة الطبيعية للانكيفالين أو المادة الاصطناعية المورفين دور مهدئ للإحساسات بالألم.

إجابة التمرين 75

I – 1 – إسم هذا التفاعل هو : تفاعل بيوري.
الطبيعة الكيميائية لهذه الجزيئات : بروتينية.

2 – أ –

$$-HN-\underset{|}{\overset{R1}{CH}}-CO-NH-\overset{R2}{CH}-CO-NH-\overset{R3}{CH}-CO-NH-\overset{R4}{CH}-CO-$$

ب – للجزيء الممثل بالوثيقة (1) بنية رابعية، حيث نلاحظ انه يتكون من تحت وحدتين لكل منهما بنية ثالثية مميزة تحتوي كل تحت وحدة ستة بنى ثانوية على شكل حلزون الفاواثنتان على شكل رقائق بيتا مع حدوث انثناء على مستوى مناطق محددة منها وهي مناطق الانعطاف.
جـ – تتميز بنية البروتين خاصة الرابعية بتبدل وتغير شكلها حسب شروط الوسط، يتحكم في هذه البنية فرق الكمون بين سطحي الغشاء الذي تحتويه هذه البنية: في حالة الراحة (فرق الكمون mV70 –) يأخذ الجزيء شكلا لا يسمح بمرور شوارد البوتاسيوم عبره وعند انعكاس الاستقطاب (كمون العمل) يتبدل





شكل الجزيء حيث تبتعد تحت وحدتيه عن بعضها فيسمح بانتقال البوتاسيوم عبره من هيولي الخلية إلى خارج الخلية العصبية.

II — 1 – التحليل :

الفأر الذي لم يتعرض للحقن بالكوكايين : يبقى تركيز الدوبامين ثابت تقريبا عند القيمة 100 في المخ.

الفأر الذي تعرض للحقن بالكوكايين : تتزايد كمية الدوبامين من 100 حيث تتضاعف بعد 40 إلى 50 دقيقة من الحقن ثم تعود بعد ذلك إلى ما كانت عليه بعد أقل من ساعة.

المعلومة المستخرجة : ان الكوكايين يزيد من إفراز الدوبامين في المخ.

2 – أ – آلية عمل المشبك بالاعتماد على الأرقام :

1 ـ وصول موجة انعكاس الاستقطاب (كمون العمل) الى نهاية الزر المشبكي.

2 ـ تحريض (تنشيط) هجرة الحويصلات المشبكية التي تحتوي على المبلغ الكيميائي (الدوبامين) نحو الغشاء قبل المشبكي .

3 ـ التحام الحويصلات المشبكية مع الغشاء الهيولي للعنصر القبل المشبكي محررة الدوبامين في الشق المشبكي بظاهرة الإطراح الخلوي.

4 ـ ينتقل الدوبامين عبرسائل الشق المشبكي حتى يصل إلى الغشاء الهيولي للعنصرالبعد المشبكي.

5 ـ يتثبت الدوبامين على المستقبلات الخاصة به على الغشاء بعد المشبكي حيث تتكامل جزيئاته مع المستقبلات مولدة كمون عمل بعد مشبكي.

6 ـ عدد من جزيئات الدوبامين التي لم ترتبط بالمستقبلات تعود إلى الزر المشبكي عبر قنوات خاصة في الغشاء بعد المشبكي ليعاد استعمالها أي تجميعها في الحويصلات.

7 ـ بعد تشكل كمون العمل تتحلل جزيئات الدوبامين بانزيمات الى مواد غير فعالة .

ب – تأثير الكوكايين على النشاط العصبي:

ـ يؤثر الكوكايين على الخلايا العصبية التي تفرز وسائط كيميائية تعمل على تثبيط إفراز الخلايا العصبية المفرزة للدوبامين.

ـ حيث تتكامل جزيئات الكوكايين مع المستقبلات الغشائية للخلايا العصبية المثبطة للدوبامين فعند تناول الكوكايين يرتبط على تلك المستقبلات فيشغلها فيمنع تأثير المبلغ الطبيعي عليها فيتوقف نشاط هذا العصبون في تثبيط العصبون الثاني المفرز للدوبامين.

ـ يزول تثبيط العصبون المفرز للدوبامين فيفرز الدوبامين مما يؤدي إلى الاحساس بالغبطة والمتعة والراحة النفسية.

ـ يؤدي التعاطي المستمر للكوكايين الى اختفاء عدد من مستقبلات الدوبامين على الخلايا العصبية في نظام المكافأة حيث يؤثر فيصبح الجسم مضطرا الى جرعات اكبر ليحصل على نفس الاحساس فيحدث الإدمان .

إجابة التمرين 76

أ – 1 – عند التنبيه في S1 : سجل كمون عمل في العصبون 1 على مستوى R1 وفرط استقطاب على مستوى RN (كمون تثبيطي) وكمون راحة على مستوى غشاء الليف للمحور الاسطواني للعصبون المحرك .

عند التنبيه في S2 : سجل كمون عمل في العصبون 2 على مستوى R2 وزوال استقطاب (كمون عمل) ضعيف في غشاء العصبون المحرك وكمون عمل في المحور الاسطواني للعصبون المحرك.

2 – طبيعة المشبك F1 تثبيطي لحدوث فرط استقطاب على مستوى RN عند التنبيه في S1.

– طبيعة المشبك F2 تنبيهي لحدوث زوال استقطاب على مستوى RN عند التنبيه في S2.

3 – يفسر التسجيل المتحصل عليه في RN خلال التجربة 3 بالجمع الجبري لكموني المثبط والـمنشط إثر التنبيه في S1 وS2 في ان واحد فحدث تجميع فضائي .

يفسر التسجيل المتحصل عليه في RN خلال التجربة 4 بالتجميع الفضائي لناتج التنبيهين في S1 وS2، نتج



عنه كمون راحة ثم التجميع الزماني لهذا الناتج مع ناتج التنبيه في S2 حيث كان الجمع الجبري اكبر من العتبة فسجل كمون عمل في RN.

ب – 1 – من تحليل النتائج التجريبية فإن المشبك F1 يعمل بالـ GABA بينما يعمل المشبك F2 بواسطة الـ Acetylcholine.

2 – يرجع تخصص غشاء العصبون الحركي في نشوء الرسالة بعد المشبكية في نوع البروتينات التي توجد بهذا الغشاء، حيث تحتوي على مواقع ارتباط خاصة بمبلغات مختلفة وترتبط بقنوات شاردية (أيونية) مختلفة.

3 – إن التوزيع الغير متساوي للشوارد في حالة الراحة يجعل الغشاء الهيولي مستقطب، وعند تثبيت المبلغ الكيميائي على المستقبلات الغشائية الخاصة به يؤدي إلى فتح القنوات المرتبطة بالكيمياء فتسمح في المشبك المثبط بدخول الكلور ففرط الاستقطاب أي عدم انتشار الرسالة العصبية وفي المشبك المنبه بفتح قنوات الصوديوم ودخول هذا الاخير فزوال وانعكاس استقطاب غشاء العصبون المحرك أي انتقال الرسالة العصبية.

جـ – راجع اجابة التمرين (61).

المجال الثاني

تحويل الطاقـــــة





التمارين

تمرين 1

تمثل الوثيقة (1) صورة لعضية تقوم بتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة مخزنة في العناصر 4.



الوثيقة (1)

1 — تعرف على العضية وضع بيانات العناصر المرقمة.

2 — لمعرفة كيف يتم تركيب العنصر 4 تم إنجاز التجارب التالية :

التجربة 1: نضع معلق العضيات السابقة في وسط فيزيولوجي خال من الـ O_2 و CO_2 ويحتوي على كمية كافية من الـ $NADP^+$، ADP و Pi. تعرض للضوء فنلاحظ: — إنطلاق O_2

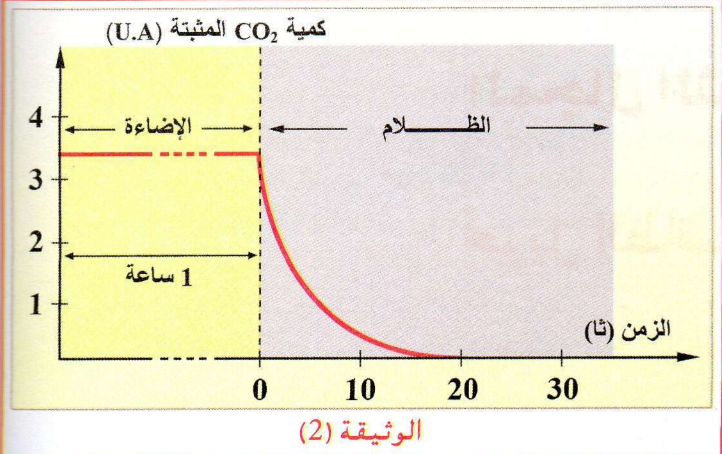
— ظهور $NADPH . H^+$

— ظهور الـ H^+ داخل العناصر 2

— إنتاج الـ ATP.

أ — فسر النتائج المحصل عليها.

التجربة 2: نضع أشنة الكلوريلا في ماء غني بـ $^{14}CO_2$ ذو كربون مشع، نعرضها للضوء لمدة ساعة ثم ننقلها إلى الظلام، نقوم بقياس كمية CO_2 المثبتة من قبل الأشنة والنتيجة موضحة في منحنى الوثيقة (2).

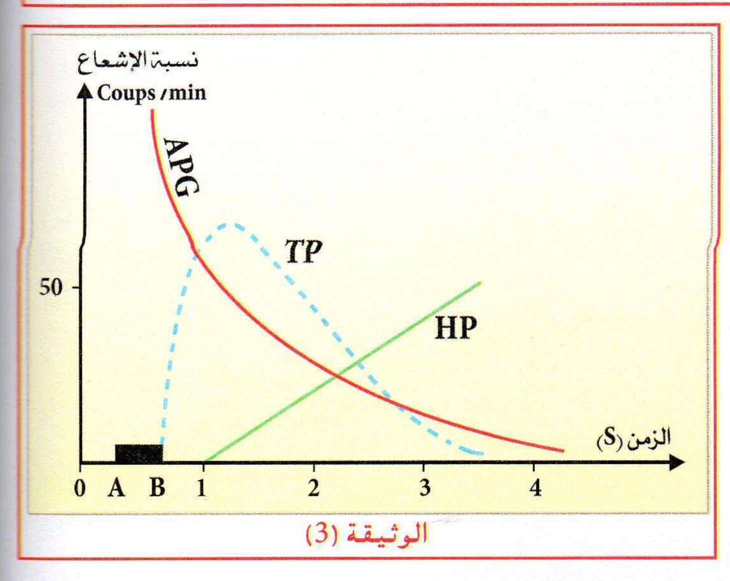


الوثيقة (2)

ب — حلل المنحنى.

جـ — كيف تفسر تغير كمية CO_2 المثبتة في الظلام.

التجربة 3: نضع معلق أشنة الكلوريلا في وسط فيزيولوجي غني بـ $^{14}CO_2$ المشع لمدة وجيزة (الجزء AB من الوثيقة 3) ثم نقيس نسبة الإشعاع في كل من الـ TP، APG والـ HP والنتائج موضحة في منحنيات الوثيقة (3).



الوثيقة (3)

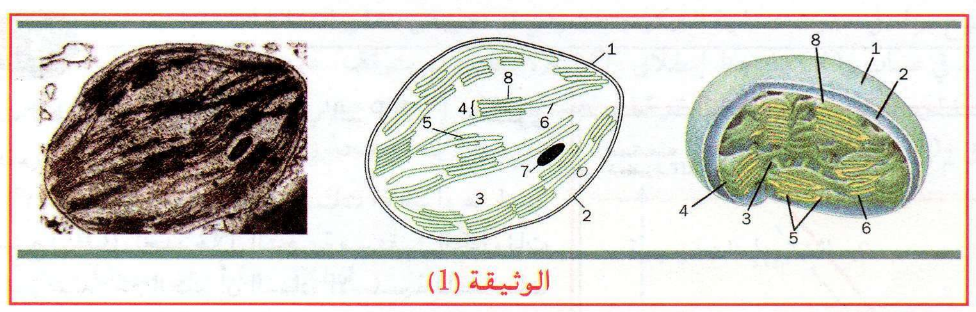
د — حدد التسلسل الزمني لظهور هذه المركبات الثلاث. علل إجابتك.

3 — إعتمادا على ما سبق ومعلوماتك أكتب بصورة مبسطة مختلف التفاعلات التي تمكن من تركيب العنصر 4 من الوثيقة (1) إنطلاقا من CO_2 المدمج.

تمرين 2

أ — تمثل الوثيقة (1) ما فوق بنية عضية خلوية كما يظهرها المجهر الإلكتروني مع رسم تفسيري ومجسم لها.





الوثيقة (1)

1 – حدد هوية هذه العضية.

2 – ضع البيانات حسب الترقيم المعطى.

3 – إعتمادا على معطيات الوثيقة (1) قدم وصفا دقيقا لمظهر هذه العضية.

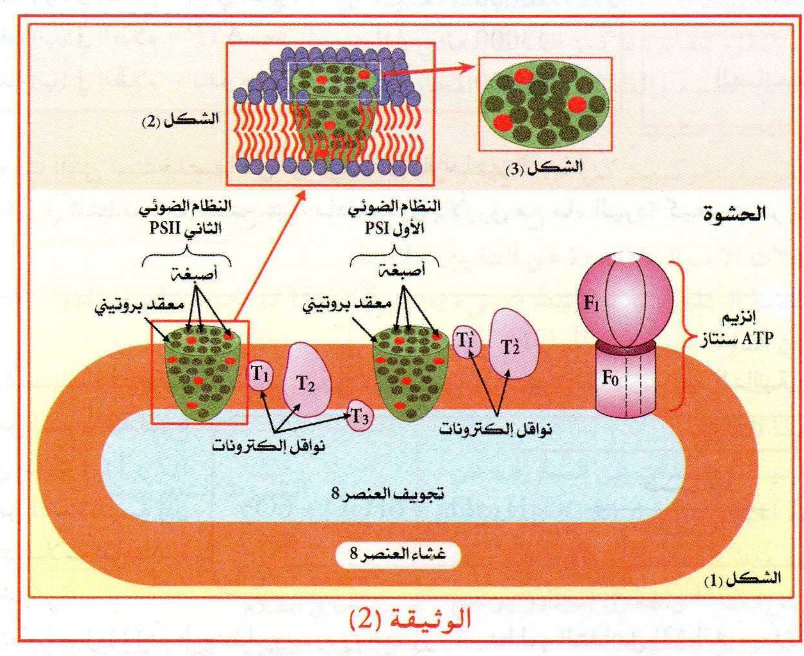
4 – للعضية السابقة بنية حجيرية (مقسمة إلى حجرات) علل ذلك معتمدا على وصفك السابق.

ب – سمح فصل مكونات العضية وإجراء التحليل الكيميائي لكل من العنصر 3 وغشاء العنصر 8 من الحصول على النتائج الموضحة في الجدول التالي :

العنصر	أهم المكونات الكيميائية	العنصر	أهم المكونات الكيميائية
غشاء العنصر (8)	– أصبغة يخضورية – أصبغة أشباه الجزرين – نواقل الإلكترونات – نوعان من الإنظمة الضوئية (PSI و PSII) إنزيم ATP سنتاز (الكرية المذنبة)	العنصر (3)	– مواد أيضية لتركيب الجزيئات العضوية مرافقات إنزيمية ($NADP^+$ و NADPH) ADP ، ATP و Pi إنزيمات متنوعة أهمها ريبولوز ثنائي الفوسفور كربوكسيلاز Rubisco

– قارن بين مكونات كل من العنصر 3 وغشاء العنصر 8، ماذا تستنتج؟

جـ – يمثل الشكل (1) من الوثيقة (2) رسم تخطيطي لتموضع مكونات غشاء العناصر 8 بينما يمثل الشكل (2) من نفس الوثيقة رسما تخطيطيا لمقطع في غشاء العنصر 8 اما الشكل 3 فيمثل رسم تخطيطي مبسط لنظام ضوئي.



الوثيقة (2)

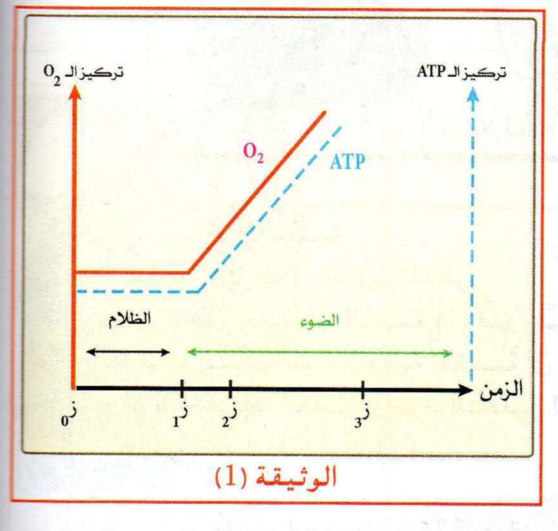
1 – إعتمادا على رسومات الشكلين (1 و 2) من الوثيقة (2) قدم وصفا لكيفية توضع مكونات غشاء العنصر 8.

2 – إن توضع جزيئات اليخضور يكون على شكل أنظمة ضوئية، حدد بنية النظام الضوئي بالإستعانة بأشكال الوثيقة (2).

تمرين 3

لدراسة الآليات الطاقوية المؤدية إلى تركيب الـ ATP في مستوى الصانعات الخضراء نجري التجارب التالية :

أ – **التجربة 1:** نضيف إلى معلق الصانعات الخضراء ماء به أكسجين مشع (O^{18})، نجدد خلال التجربة مستقبل إلكترونات (الناقل المؤكسد) مع العلم أن المادة الأساسية للصانعات تحتوي طبيعيا على الـ ADP و Pi. نتائج التجربة وشروطها ممثلة في الوثيقة (1).



الوثيقة (1)

1 – حلل المنحنين، ثم حدد التفاعلات التي تتم في الفترة الزمنية المحصورة بين ز1 و ز3.

2 – إن النشاط الموضح في التجربة هو في الحقيقة عبارة عن مرحلة من مراحل آلية معقدة تحدث على مستوى الصانعات الخضراء. كيف تدعى هذه المرحلة؟ ما هو مقرها؟

ب – **التجربة 2:** عزلت الصانعات الخضراء ثم عرضت لضوء شديد لمدة كافية في وجود CO_2، ثم تمت تجزأتها. زودت المنطقة (ب) من العضية بـ CO_2 الموسوم بـ C^{14} في وجود أو عدم وجود مكونات أخرى. النتائج يوضحها الجدول التالي:

المراحل	الشروط التجريبية	$^{14}CO_2$ المثبت في المنطقة (ب) (وحدات إفتراضية)
1	المنطقة (ب) في الظلام	4000
2	المنطقة (ب) في الظلام + (أ) في الضوء	96000
3	المنطقة (ب) في الظلام + ATP	43000
4	المنطقة (ب) في الظلام + ناقل مرجع + ATP	97000

أ
ب
الصانعة الخضراء

1 – ما هي المعلومات التي تستخلصها من توافق نتائج المرحلتين 2 و 4؟

2 – ان تثبيت CO_2 في المنطقة (ب) ينتج عنه مادة تتلون بالأزرق مع ماء اليود؟ كيف تفسر ذلك؟

تمرين 4

I – إن التفاعلات الكيميائية للتركيب الضوئي يمكن تلخيصها في المعادلة الإجمالية التالية :

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$$

(2) : $6CO_2$ → $C_6H_{12}O_6$ ؛ (1) : $12H_2O$ → $6O_2$

1 – إستخلص من المعادلة نوع التفاعل الذي حدث في (1 و 2)؟

2 – إستنتج من المعادلة إذن طبيعة تفاعلات ظاهرة التركيب الضوئي؟

3 – إذا علمت أن التفاعل (1) فقط يتطلب ضوء ويخضور ولا يتطلب التفاعل (2) ذلك، حدد إذا البنيات المتدخلة في سيرورة التركيب الضوئي.

4 – إن وظيفة أية عضية مرتبطة أساسا بتركيبها الكيميائي، هل ينطبق هذا على كل من التلاكويد و الحشوة؟ علل ذلك معتمدا على معلوماتك فيما يخص التركيب الكيميائي لكل منهما.



III – لتوضيح مراحل حدوث عملية التركيب الضوئي تم تعريض معلق الصانعات الخضراء للضوء في شروط تجريبية مناسبة في غياب CO_2 فلوحظ إنطلاق O_2 لفترة قصيرة ثم يتوقف، عند وضع المعلق السابق في الظلام وإمداده بـ CO_2 لوحظ تثبيت لـ CO_2 وتركيب للسكر لفترة قصيرة، عند وضع المعلق في الضوء بوجود CO_2 يلاحظ إنطلاق O_2 وتثبيت CO_2 بصورة مستمرة مراحل التجربة موضحة في الجدول الموالي :

التجربة	الشروط التجريبية	ضوء	النتيجة		
			إنطلاق O_2	تثبيت CO_2	تركيب السكر
1	معلق صانعات خضراء في غياب CO_2	+	+	–	–
2	معلق صانعات خضراء (عرضت مسبقا للضوء بغياب CO_2) يزود بـ CO_2 بعد نقلها للظلام	–	–	+	+
3	معلق صانعات خضراء في وجود CO_2	+	+	+	+

1 – حدد شروط إنطلاق O_2 في التجربة (1).

2 – التجربتان 1 و 2 تمثلان مرحلتين متتاليتين من عملية التركيب الضوئي نسميهما مرحلة (أ) ومرحلة (ب).
ما هي شروط حدوث كل مرحلة؟

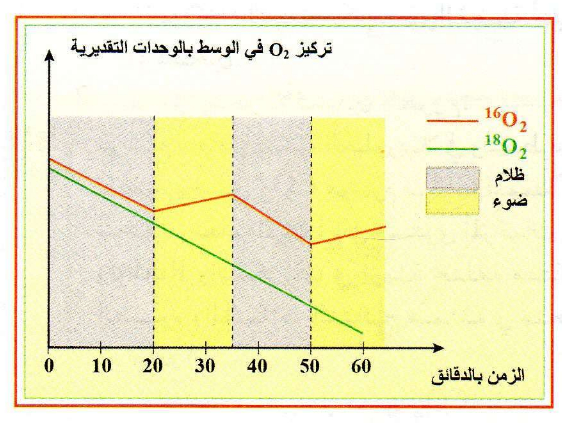
3 – إقترح تسمية لكل مرحلة إعتمادا على شروط حدوثها؟

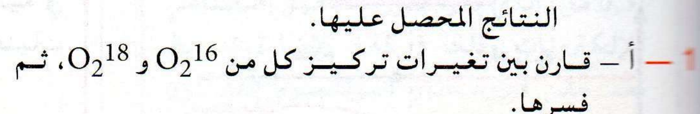
4 – هل يمكن للمرحلة (ب) أن تتم في الضوء؟ علل إجابتك بالإستعانة بالتجربتين (2 و 3)؟

تمرين 5

لفهم بعض مظاهر التركيب الضوئي نجري التجارب التالية :

التجربة 1: نزرع أشنة الكلوريلا في وسط تجريبي معدني يزود بخليط من الأكسجين العادي O_2^{16} والأكسجين المشع O_2^{18} في الزمن ز0 نوقف وصول هذا الخليط إلى الوسط ثم نقوم بمعايرة تركيز الـ O_2 العادي و المشع بالتناوب في الضوء والظلام، الوثيقة المجاورة تمثل النتائج المحصل عليها.





1 – أ – قارن بين تغيرات تركيز كل من O_2^{16} و O_2^{18}، ثم فسرها.

ب – أكتب المعادلات الإجمالية المعبرة عن التغيير الملاحظ.

التجربة 2: نضع أشنة الكلوريلا في وسط مضيء يحوي H_2O^{18} ثم نعرضه لتيار الهواء العادي O_2^{16} و CO_2^{16} نلاحظ أن الـ O_2 المنطلق O_2^{18}.

2 – أ – ما هو مصدر الـ O_2 المطروح؟ وضح ذلك بمعادلة كيميائية.

ب – حدد مقر هذا التفاعل.

التجربة 3: نعزل التيلاكويدات عن الستروما من الصانعة الخضراء، نترك التيلاكويدات في الضوء ونضع الستروما في الظلام ثم نزودها بـ $^{14}CO_2$ والجدول المجاور يوضح النتائج المحصل عليها.

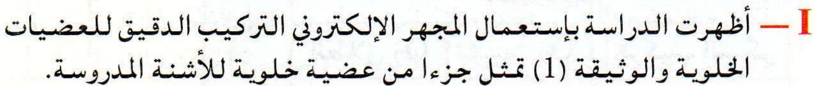
الشروط التجريبية	CO_2 المثبت في الستروما (وحدات تقديرية)
ستروما في الظلام	4000
ستروما في الظلام + تيلاكوئيد في الضوء	96000
ستروما في الظلام + ATP	43000
ستروما في الظلام + ناقل مرجع + ATP	97000

3 – أ – حدد شروط تثبيت CO_2 في الستروما.

ب – إستنتج دور التيلاكوئيد.

تمرين 6

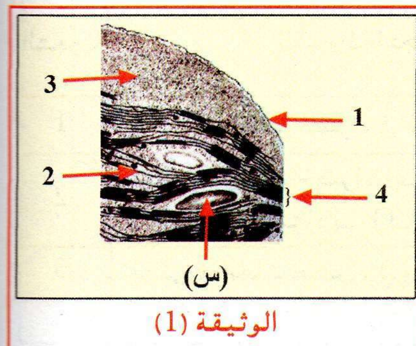
تتطلب النشاطات الحيوية الخلوية صرف طاقة بإستمرار، مما جعل الخلية مقرا لعدة تفاعلات كيميائية مرتبطة بتحويل الطاقة و إستعمالها و للتعرف على الآليات البيوكيميائية لهذا النشاط نقترح دراسة على الأشنة الخضراء ألفا تينياتا (Ulva taeniata).



I – أظهرت الدراسة بإستعمال المجهر الإلكتروني التركيب الدقيق للعضيات الخلوية والوثيقة (1) تمثل جزءا من عضية خلوية للأشنة المدروسة.

1 – تعرف على الوثيقة (1) ثم أكتب بيانات العناصر (1 إلى 4).

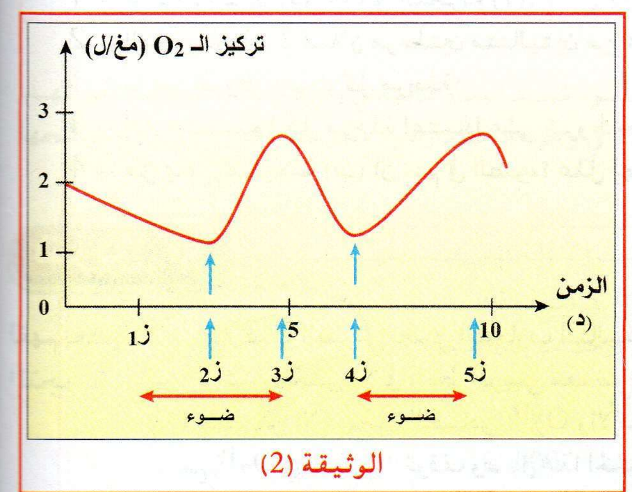
2 – حدد الطبيعة الكيميائية للعنصر (س) الذي يتلون بالأزرق عند معاملته بالماء اليودي.



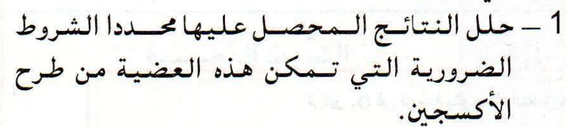
الوثيقة (1)

II – لدراسة النشاط الحيوي للعضية الممثل جزء منها في الوثيقة (1) نجري التجربة التالية : نحضر معلقا من العضيات الخلوية المذكورة وبواسطة جهاز تجريبي مدعم بالحاسوب Exao موضوع في الظلام نقوم بقياس تركيز غاز الأكسجين في الوسط بدلالة الزمن.

يعرض المحضرالمذكور للضوء في الزمن ز1 – ز3 ثم في الزمن ز4 – ز5 وفي الأزمنة ز2 ثم ز4 نحقن في المحضر مادة DPIP وهي مادة مستقبلة للإلكترونات والنتائج الملاحظة على شاشة الحاسوب ممثلة في الوثيقة (2).

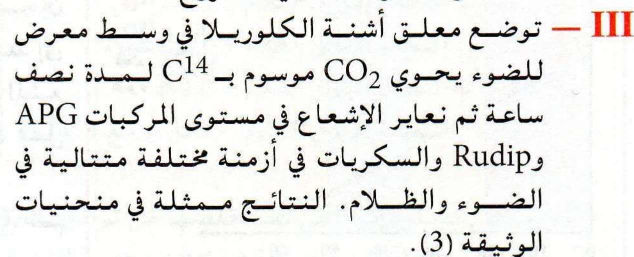


الوثيقة (2)



1 – حلل النتائج المحصل عليها محددا الشروط الضرورية التي تمكن هذه العضية من طرح الأكسجين.

2 – ما هو مصدر الأكسجين المطروح؟



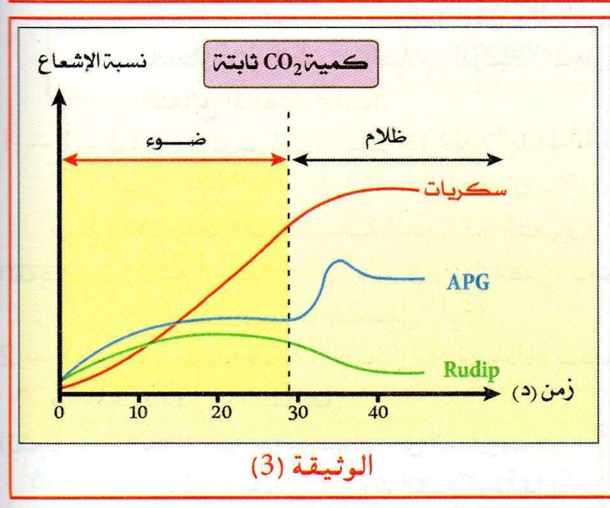
III – توضع معلق أشنة الكلوريلا في وسط معرض للضوء يحوي CO_2 موسوم بـ C^{14} لمدة نصف ساعة ثم نعاير الإشعاع في مستوى المركبات APG وRudip والسكريات في أزمنة مختلفة متتالية في الضوء والظلام. النتائج ممثلة في منحنيات الوثيقة (3).

أ – ماذا تستخلص عن مصير CO_2؟

ب – لماذا عرضت الأشنة للضوء لمدة نصف ساعة؟

جـ – فسر الجزء الأفقي من منحنى السكريات.

د – ما إسم المرحلة التي تمت في هذه التجربة بعد الدقيقة 30؟ و ما مقرها؟



الوثيقة (3)

تمرين 7

I – تمثل المعادلة الكيميائية التالية حوصلة لعملية التركيب الضوئي :

$$12H_2O + 6CO_2 \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$$

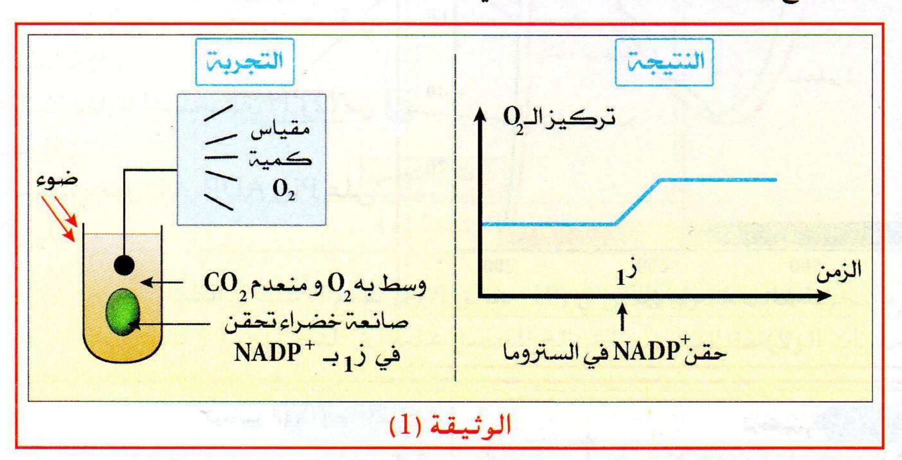
أ – ماذا حدث للطاقة خلال هذا التفاعل؟

ب – ما هو مصدر O_2 المنطق؟ دعم إجابتك بإقتراح تجربة تعلل ذلك.

جـ – ما هو المسبب الأول في إنتاج الـ O_2؟ أكتب المعادلة المبينة لهذا الإنتاج.

د – ما هي نواتج المرحلة المستلزمة للضوء؟ وماذا حدث فيما يخص الطاقة الضوئية؟

II – لتحديد شروط إنتاج O_2 قمنا بالتجربة المبينة في الوثيقة الموالية :



الوثيقة (1)

أ – حلل النتائج ثم كيف تفسرها إعتمادا على معلوماتك.

ب – أكتب المعادلة الكيميائية المعللة على إستعمال نواتج المرحلة الكيموضوئية.

تمرين 8

يحتوي التيلاكويد على أصبغة اليخضور و يحتاج إلى توفر شروط أساسية، و ينتج من عمل التيلاكويد إنطلاق O_2، لتحديد شروط عمل التيلاكويد نستعرض التجارب التالية :

أ – تم تحضير معلق من التيلاكويدات المعزولة في شروط تجريبية مختلفة (ضوء وظلام)، حيث أضيف للوسط الكاشف فيروسيانور البوتاسيوم $K_3Fe(CN)_2$ بتركيز (0,1 مل) ثم (0,3 مل) الذي يقوم بدور مستقبل إصطناعي للإلكترونات وذلك في فترة الإضاءة، لوحظ بعد حقن فيروسيانور البوتاسيوم تغير لون محلول الوسط من بني محمر (حالة مؤكسدة) إلى أخضر (حالة مرجعة). نتائج التجربة المدعمة بالحاسوب توضحها الوثيقة (1).

الوثيقة (1)

1 – حلل منحنى الوثيقة (1) مع توضيح تأثير كمية فيروسيانور البوتاسيوم.

2 – حدد نوع تفاعل المستقبل في هذه التجربة، علل إجابتك.

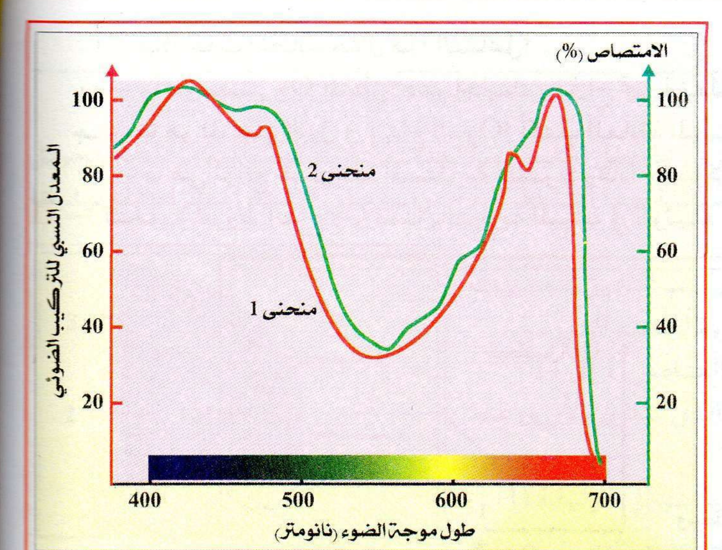
3 – إستخرج شروط إنطلاق الأكسجين في هذه التجربة؟

ب – تم تعريض معلق للصانعات الخضراء إلى ضوء بأطوال موجات مختلفة في المجال المرئي (من 380 إلى 700 نانومتر) ويتم قياس كمية الأكسجين المنطلق عن طريق إدخال لاقط O_2 إلى المعلق.

كما يتم في تجربة موازية قياس شدة الإمتصاص لمحلول اليخضور الخام في نفس مجال الضوء المستعمل، نتائج التجربتين موضحة في منحنيي الوثيقة (2).

1 – حدد من المنحنى أطوال موجات الضوء الأكثر فعالية؟

2 – قارن بين منحنيي الوثيقة (2)، ماذا تستنتج؟

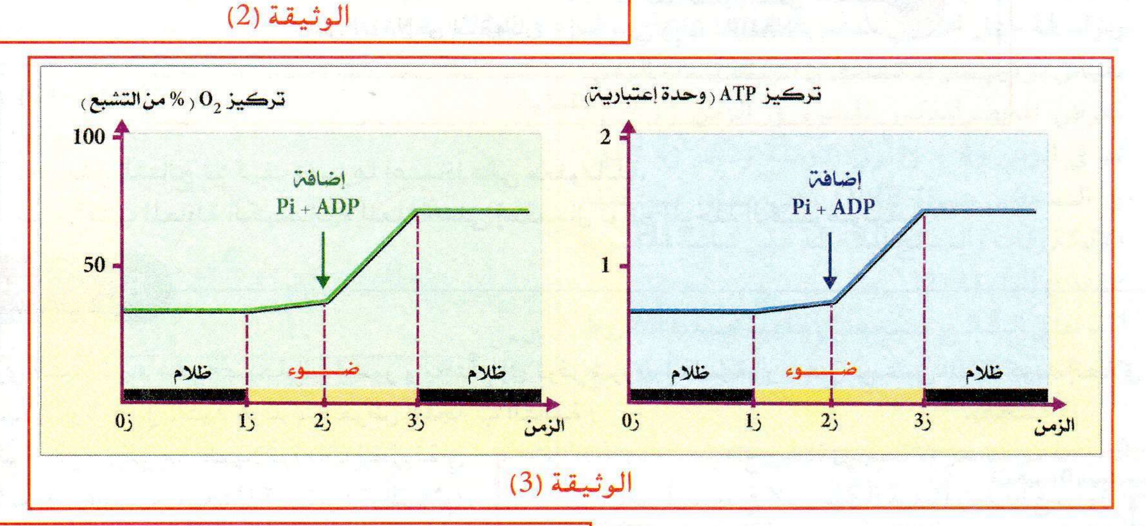


الوثيقة (2)

جـ – تم قياس تركيز كل من O_2 و ATP في معلق من الصانعات الخضراء في شروط تجريبية مناسبة قبل وبعد حقن مادتي ADP و Pi. نتائج وشروط التجربة موضحة في منحنيي الوثيقة (3).

1 – قدم تحليلا مقارنا للمنحنيين (1 و2) من الوثيقة (3).

2 – ماذا تستنتج حول تأثير ADP و Pi على إنطلاق O_2 ؟



الوثيقة (3)

د – يتم تعريض معلق من الصانعات الخضراء للضوء في غياب CO_2 فيلاحظ أنطلاق O_2 لفترة قصيرة. النتائج موضحة في الوثيقة (4).

1 – ماذا تستنتج فيما يخص دور CO_2 في عمل التياكويد (إنطلاق O_2)؟

2 – هل وجود CO_2 شرط ضروري لعمل التيلاكويد؟

هـ – من خلال النتائج المتوصل إليها سابقا إستخلص شروط عمل التيلاكويد؟

معلق من الصانعات الخضراء
ضوء
ضوء
O_2
O_2
غياب CO_2
انطلاق O_2

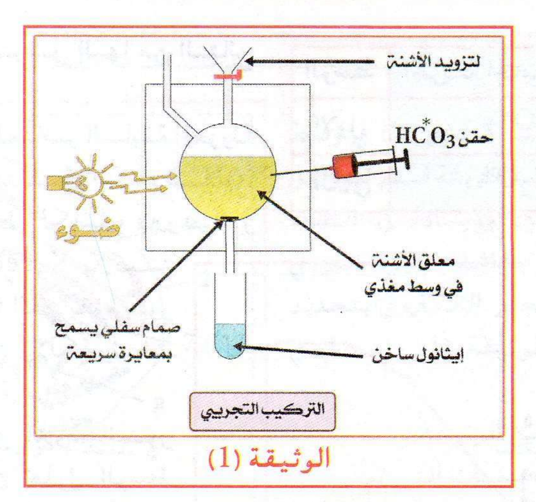
الوثيقة (4)

تمرين 9

الوثيقة (1) توضح جهاز كالفن الذي إستعمله في أعماله الخاصة بدراسة مصير الكاربون في عملية التركيب الضوئي التي أجريت على أشنة الكلوريلا.

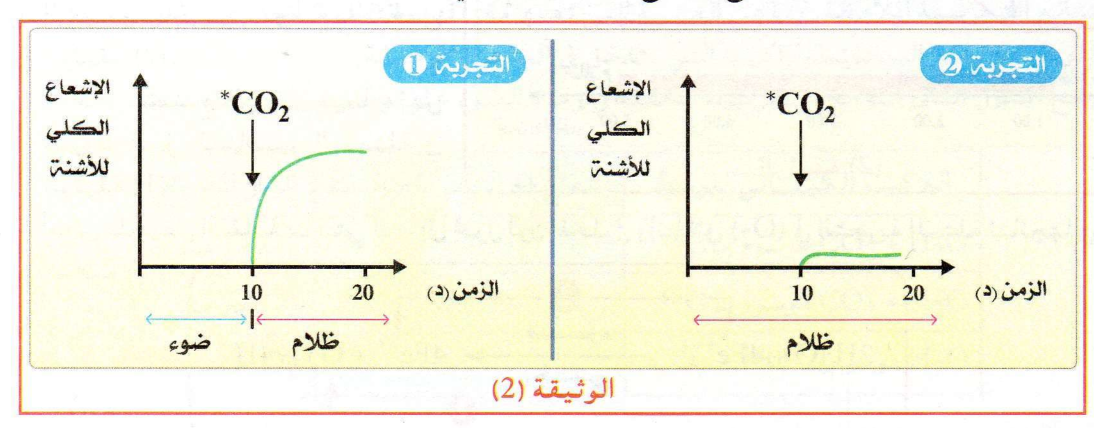
التجربة 1: نضع الأشنة في ماء مغلي مسبقا ومبرد في دورق نعرضها للضوء لمدة (10) دقائق ثم نطفئ الضوء، مباشرة بعد ذلك نقوم بحقن CO_2* كاربونه مشع، نقوم بأخذ عينات على فترات زمنية معينة ونقيس الإشعاع الكلي للأشنة.





الوثيقة (1)

التجربة 2: نقوم بتجربة مماثلة للأولى ولكن في (10) دقائق الأولى نضع الأشنة في الظلام.
منحنيات الوثيقة (2) توضح النتائج المحصل عليها في التجربتين 1 و 2.



الوثيقة (2)

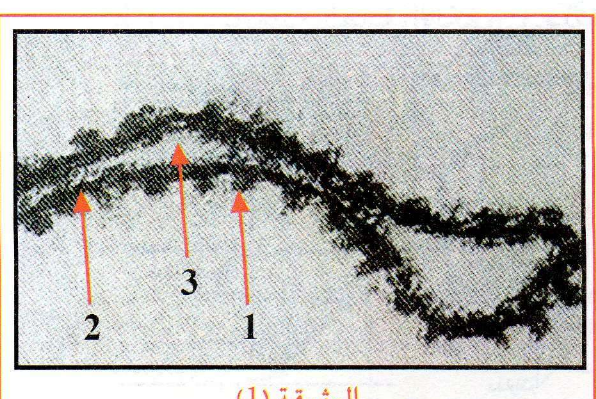
أ – قارن بين النتيجتين و وازن بينهما.

ب – قارن بين الشروط التجريبية للتجربتين، لماذا إختلفت النتائج؟

جـ – إشرح شكل المنحنى الممثل للإشعاع الكلي للأشنة بدلالة الزمن: تطور سريع جدا ثم يصبح المنحنى موازيا لمحور الزمن (التجربة 1).

تمرين 10

نريد التوصل إلى بعض جوانب آلية عمل إحدى العناصر المهمة المكونة للصانعة الخضراء ومن أجل ذلك قمنا بالدراسة التالية :



الوثيقة (1)

I – أ – إن الوثيقة (1) تمثل إحدى هذه العناصر.

1 – سم هذا العنصر.

2 – ضع أسماء البيانات المرقمة.

ب – في شروط تجريبية مناسبة تسمح بإنطلاق (O_2) وضعت الكلوريلا (أشنة خضراء) في وسطين يحوي كل منهما على 4% من CO_2 ومعرضين للضوء، الوسط الأول يحوي CO^*_2 (ذو أوكسجين مشع) بينما يحتوي الوسط الثاني على H_2O^* (ذو أوكسجين مشع). النتائج موضحة في الجدول الموالي.

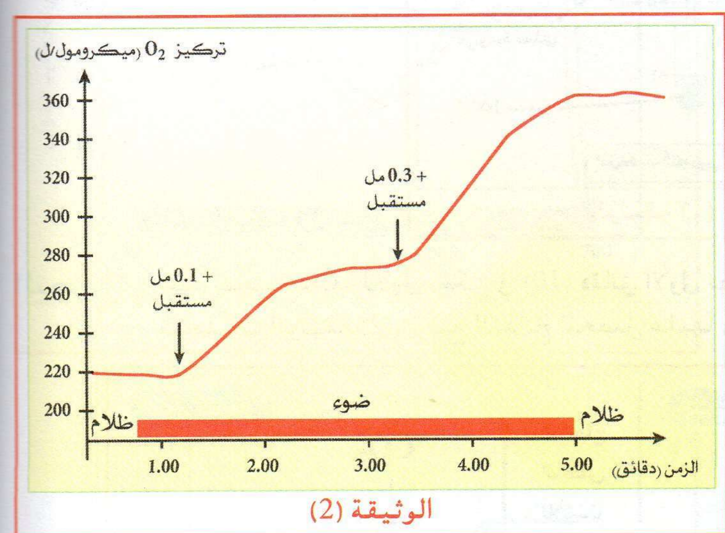
الوسط	الجزيئة الحاملة للإشعاع	الأوكسجين المنطلق
الاول	CO^*_2	غير مشع
الثاني	H_2O^*	مشع

– ما هي النتيجة المتوصل إليها من النتائج التجريبية؟

II – أ – يتم تحضير معلق من العناصر السابقة المعزولة في شروط تجريبية مختلفة (ضوء وظلام)، حيث أضيف للوسط الكاشف فيروسيانور البوتاسيوم $K_3Fe(CN)_6$ بتركيز (0.1 مل) ثم (0.3 مل) الذي يقوم بدور مستقبل إصطناعي للإلكترونات وذلك في فترة الإضاءة.

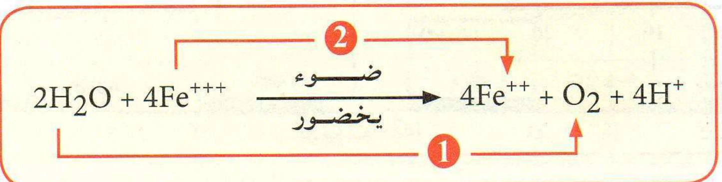
– لوحظ بعد حقن فيروسيانور البوتاسيوم تغير لون محلول الوسط من بني محمر (حالة مؤكسدة) إلى أخضر (حالة مرجعة). نتائج التجربة المدعمة بالحاسوب يوضحها منحنى الوثيقة (2).

– ماذا تستنتج من ذلك فيما يخص شروط عمل العناصر الممثلة في الوثيقة (1)؟



الوثيقة (2)

ب – أمكن تلخيص التفاعلات التي أدت إلى تحول لون المحلول وإنطلاق (O_2) في التجربة الممثلة نتائجها في المعادلة التالية :



1 – حدد نوع التفاعل الذي حدث في (1 ، 2)؟

2 – قدم تفسيرا للتفاعل (2).

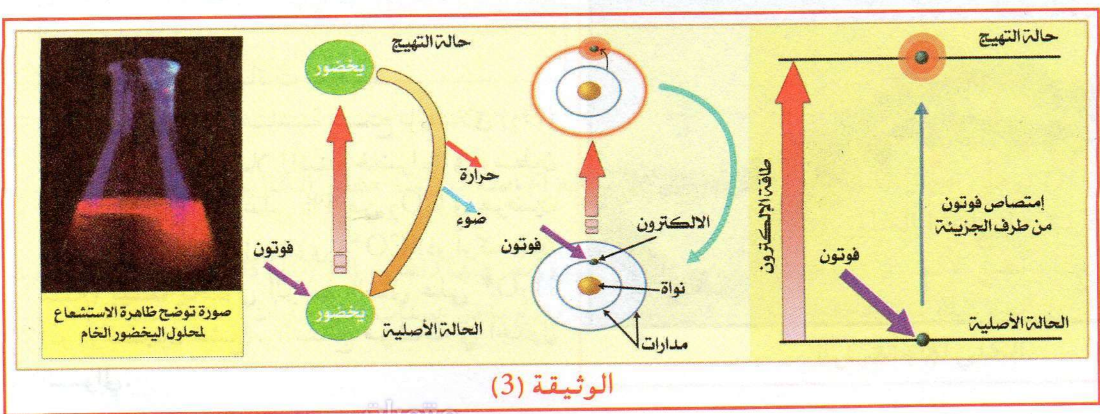
3 – هل يؤكد التفاعل (1) النتيجة المتوصل إليها في **I** ـ ب؟ و ضح ذلك؟

4 – مثل التفاعلين (1 و 2) في معادلتين بسيطتين.

جـ – نعرض وعاء زجاجي مخروطي يحوي محلول يخضور خام (تم إستخلاصه سابقا) لحزمة من الضوء الابيض وذلك في غرفة مظلمة، فيظهر محلول اليخضور الخام بلون أحمر وتفسير الظاهرة في أشكال الوثيقة (3).

1 – بالإعتماد على نتيجة التجربة والرسم التفسيري فسر ظهور اللون الأحمر على الواجهة التي تسقط عليها الأشعة.

2 – إستنتج مصير الطاقة والإلكترون في هذه التجربة.



الوثيقة (3)

تمرين 11

توضع طحالب خضراء وحيدة الخلية (الكلوريلا) في وسط مغذي معدني، وتضاء خلال مدة زمنية طويلة فيتم تسجيل امتصاص CO_2 وطـرح الأكسجين وزيــادة في المادة الجافة، تظهر معاملة هذه الخلايا بكاشف اليود اليودي حبيبات ملونـة بالأزرق سمح الـمجهر الإلكتروني بتحديد موضعهـا في الخلية كما تبينه الوثيقة (1) وتتمثل في العناصر 1.



الوثيقة (1)

1 — تعرف على العناصر المرقمة من الوثيقة .

2 — حدد الطبيعة الكيميائية للحبيبات التي تم إظهارها بمعاملتها بكاشف اليود اليودي.

3 — ما هي الوظيفة الخلوية التي كانت مصدرا لهذه النتائج التجريبية الملاحظة. وما هي العضية التي تعتبر مقرا لهذه الظاهرة؟ أنجز رسما تخطيطيا لما فوق بنيتها الخلوية، مع وضع البيانات للتراكيب التي تتدخل في آلية هذه الوظيفة.

4 — يوضح الجدول التالي النتائج التجريبية المحققة في وجود الضوء على معلق من هذه العضيات.

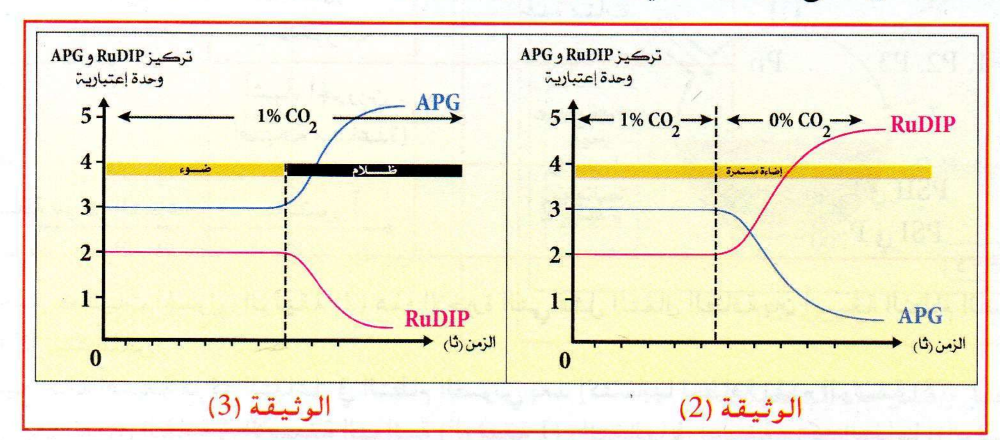
التركيب الكيميائي للوسط	إشعاع الجزيئات المصطنعة	الغاز المطروح
$CO_2 + H_2O$ موسوم بـ ^{14}C	+	O_2 غير مشع
$CO_2 + H_2O$ موسوم بـ ^{18}O	+	O_2 غير مشع
CO_2 + H_2O موسوم بـ ^{18}O	—	O_2 مشع

— ماذا تستنتج من هذه النتائج.

5 — لمعرفة شروط تثبيت غاز (CO_2) الموسوم بـ ^{14}C في وظيفـة عناصر الوثيقة (1) قمنـا بقياس تغيرات تركيز مركبين هما :

– حمض الفوسفو غليسيريك APG.

– الريبولوز ثنائي الفوسفات RUDIP النتائج المحصل عليها سمحت برسم منحنيي الوثيقتين (2)، (3) حيث أن الوثيقة (2) تم الحصول عليها في إضاءة مستمرة و الإنتقال من وسط غني بـ (CO_2) إلى وسط يفتقر له بينما تم الحصول على نتائج الوثيقة (3) في وجود و غياب الضوء وإضافة (CO_2) بتركيز 1 %.



الوثيقة (3) الوثيقة (2)

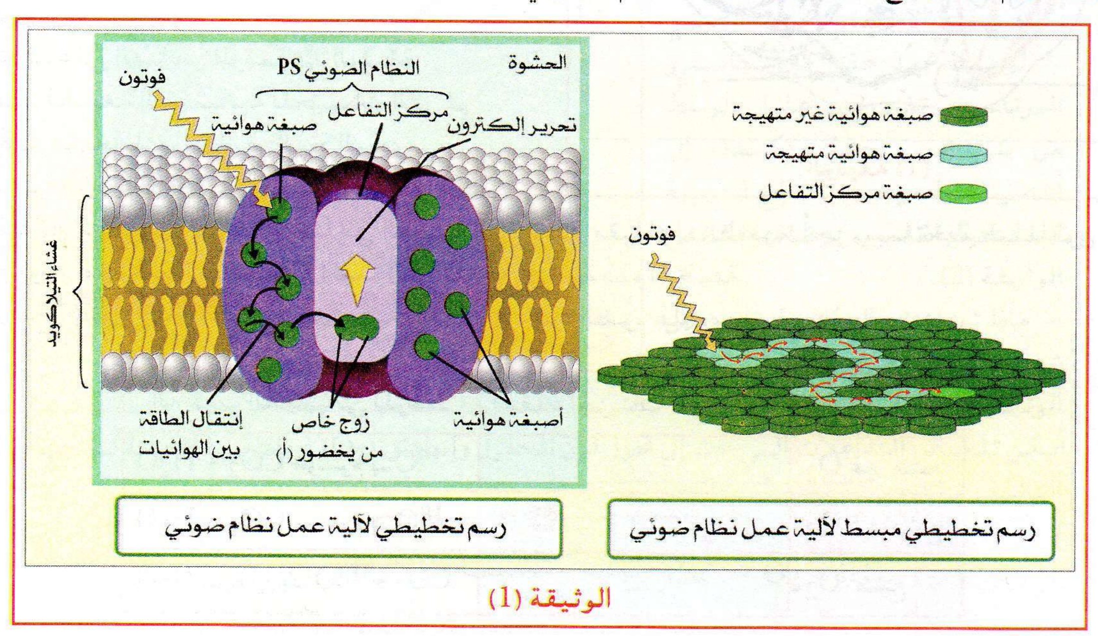
أ — حلل وفسر منحنيي الوثيقتين (2) و(3).

• في وجود إضاءة مستمرة ونسبة ثابتة من (1%) (CO_2).

• في وجود إضاءة مستمرة وغياب (CO_2).
• في وجود نسبة ثابتة من CO_2 (1%) وغياب الضوء.
ب – بين العلاقة بين المركبين RUDIP وAPG بمخطط بسيط.

تمرين 12

إن الأنظمة الضوئية تتكون من أصبغة مختلفة من أجل التوصل إلى آلية عملها نقوم بما يلي:
أ – الوثيقة رقم (1) توضح آلية عمل أصبغة النظام الضوئي.



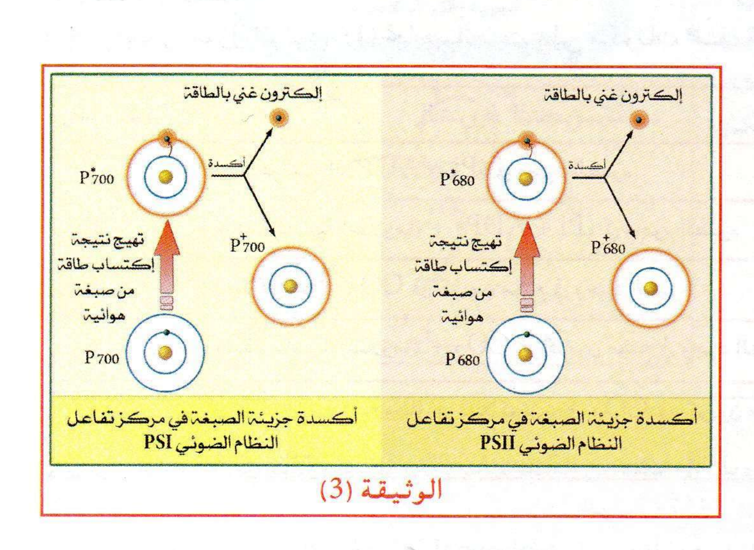
الوثيقة (1)

1 – ماذا يحدث عند سقوط فوتونات على أصبغة هوائية في النظام الضوئي؟
2 – حدد دور كل من الأصبغة الهوائية وأصبغة مركز التفاعل في النظام الضوئي؟
3 – علل إستعمال تسمية مركز التفاعل لجزيئات من اليخضور في النظام الضوئي؟
ب – لتوضيح عمل الأنظمة الضوئية نستعرض المعطيات المبينة في الجدول الموالي وفي أشكال الوثيقة (2).

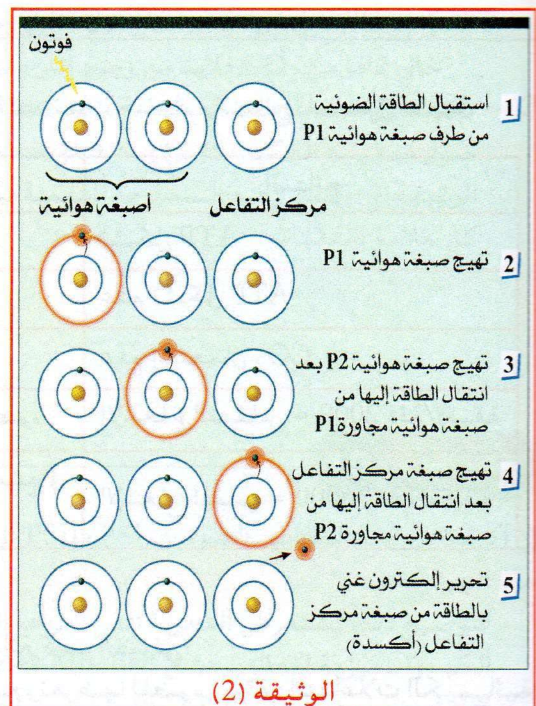
التسمية	نوع الصبغة	عدد الجزيئات/ نظام ضوئي	الرمز المستعمل
أصبغة هوائية	يخضور أ يخضور ب	عدة مئات	P1، P2، P3، .... Pn
	أشباه الجزرين (أصبغة مساعدة)	عشرات	
أصبغة مركز التفاعل	يخضور أ	2 فقط	P_{680} في PSII P_{700} في PSI

1 – حلل معطيات الجدول والوثيقة (2) هذه الأخيرة التي تمثل انتقال الطاقة بين أصبغة النظام الضوئي PS.
2 – ماذا تستخلص؟
جـ – لتوضيح حالة أصبغة مركز التفاعل في النظام الضوئي بعد إكتسابها للطاقة نقدم الوثيقة (3).
– قارن بين إنتقال الطاقة في الأصبغة الهوائية (الوثيقة 1) وإنتقالها في أصبغة مركز التفاعل (الوثيقة 3).
د – إعتمادا على معلوماتك وما سبق أكتب تسلسل معادلات السلسلة التركيبية الضوئية.





الوثيقة (3)



الوثيقة (2)

تمرين 13

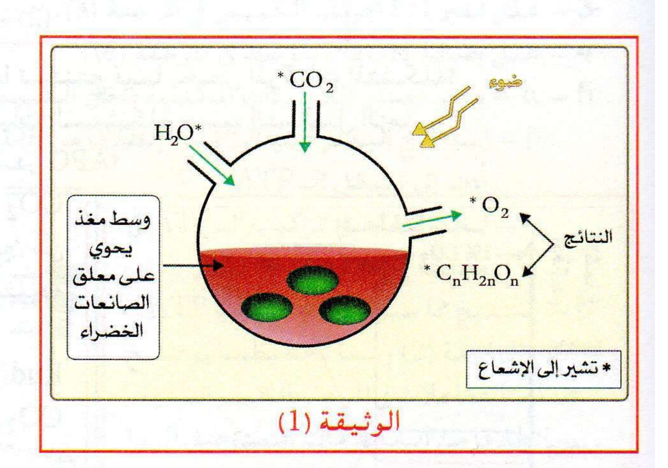
1 — لتحديد وظيفة الصانعة الخضراء تم إنجاز التجربة الممثلة في الوثيقة (1).

أ — ماذا تستخلص من النتائج الموضحة في التجربة ؟

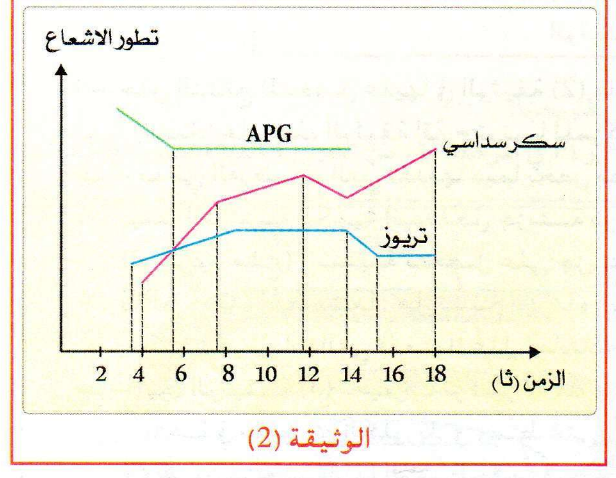
ب — أكتب المعادلة الكيميائية الإجمالية التي تعبر عما حدث.

جـ — حدد مقر التفاعلات التي أدت إلى ظهور النتائج المشار إليها في التركيب التجريبي.

2 — لمتابعة مصير CO_2 المثبت أثناء مراحل تحويل الطاقة، وضع معلق من الصانعات في وسط حيوي يحتوي على 4 % من CO_2 عادي. وبعد ثانيتين زود الوسط بـ ($^{14}CO_2$) المشع، ثم عرض للضوء. سمحت متابعة تطور الإشعاع بالحصول على المنحنيات الممثلة في الوثيقة (2).



الوثيقة (1)



الوثيقة (2)

أ — حلل و فسر هذه المنحنيات.

ب — رتب المركبات الناتجة و فق تسلسلها الزمني.

جـ — إنطلاقا من معلوماتك والنتائج التجريبية المحصل عليها، هل تسمح هذه النتائج بتحديد الجزيئة العضوية المستقبلة لـ CO_2؟ علل إجابتك.

تمرين 14

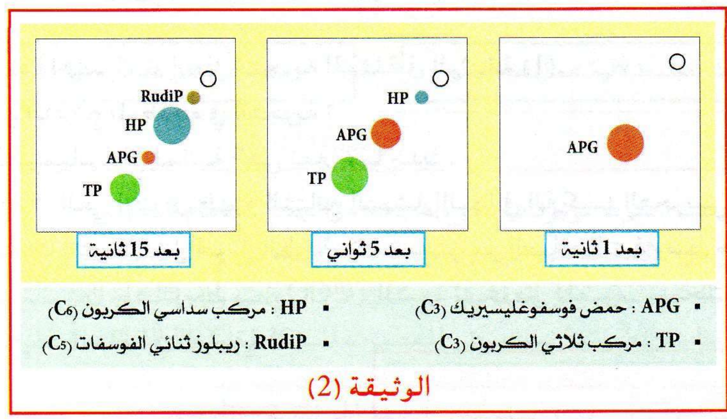
1 — يلخص جدول الوثيقة (1) تجارب أنجزت على مكونات مختلفة لصانعات خضراء والنتائج المتحصل عليها.

رقم التجربة	الشروط التجريبية	النتائج
1	تيلاكوئيد + (Pi + ADP) في وجود الضوء	تشكل ATP
2	مادة أساسية (ستروما) + (Pi + ADP) في وجود الضوء	عدم تشكل ATP
3	تيلاكوئيد + CO_2 ذو كربون مشع في وجود الضوء	عدم إستعمال CO_2
4	مادة أساسية (ستروما) + CO_2 ذو كربون مشع في وجود الضوء	الإشعاع المقاس = 2000 دقة/دقيقة
5	مادة أساسية (ستروما) + تيلاكوئيد + CO_2 ذو كربون مشع في وجود الضوء	الإشعاع المقاس = 96000 دقة/دقيقة

الوثيقة (1)

— ما هي المعلومات التي يمكن إستخراجها فيما يخص آليات التركيب الضوئي؟

2 — نزود كلوريلا (أشنة خضراء أحادية الخلية) بـ CO_2 ذو كربون مشع ونعرضها للضوء. نوقف التفاعلات الكيميائية خلال أزمنة مختلفة متتالية: (1 ثانية، 5 ثواني، 15 ثانية).
نتائج التسجيل الكروماتوغرافي المتبوع بالتصوير الإشعاعي الذاتي نلخصها في الوثيقة (2).



الوثيقة (2)

أ — حلل النتائج المتحصل عليها في الوثيقة (2) ماذا تستنتج فيما يخص المركبات المتشكلة؟

ب — إعتمادا على هذه الوثيقة إقترح ترتيبا للمركبات المتشكلة حسب التسلسل الزمني.

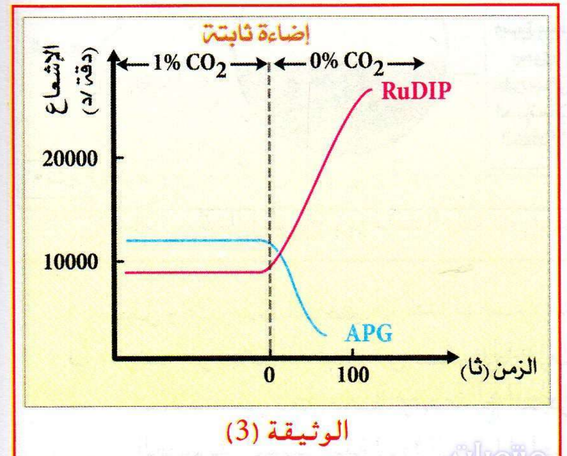
جـ — ما هي الفرضيات التي تقدمها فيما يخص مصدر APG؟

د — بينت الدراسة الكمية أنه لكل جزيئة من CO_2 (ذو كربون مشع) المثبتة نتحصل على جزيئتين من APG واحدة فقط مشعة. هل تسمح لك هذه النتيجة بتأكيد الفرضيات التي قدمتها؟ علل إجابتك.

هـ — تبين الوثيقة (3) تغيرات تركيز APG وRudip المقاسة في معلق من الكلوريلا في وسط غني بـ CO_2 ذوكربون مشع ثم نقلها إلى وسط فقير به.

α — ماذا تلاحظ حول تطور المركبين في الوسطين (CO_2 = % 1 ، CO_2 = % 0)

β — فسر تطور المركبين في الوسطين السابقين مبرزا العلاقة بينهما.



الوثيقة (3)

γ – لماذا لا يمكن عمليا الحصول على وسط خالي تماما من CO_2 فلابد من وجود آثار منها ؟

3 – بإستعمال المعلومات السابقة ومعارفك الخاصة حول عملية التركيب الضوئي، أنقل مخطط الوثيقة (4) بإتقان وضع المعلومة المناسبة مكان كل علامة إستفهام.

تجويف التيلاكوئيد

ضوء

ضوء

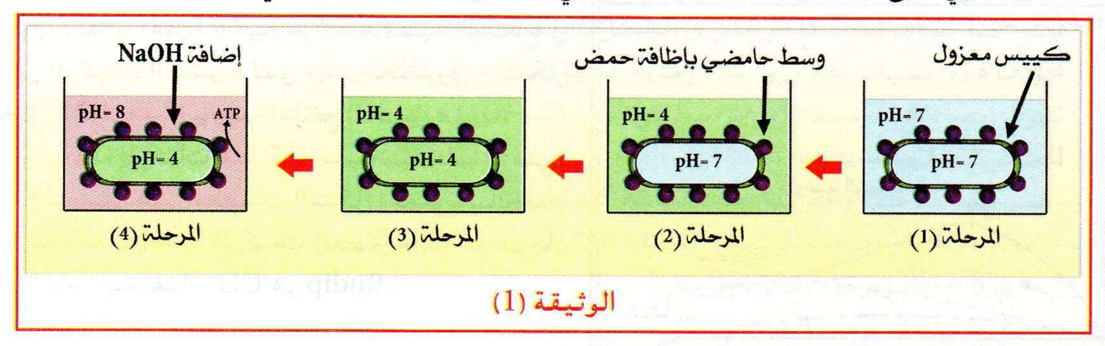
CO_2

الوثيقة (4)

تمرين 15

إن اكسدة وإرجاع النظامين الضوئيين PSI وPSII يؤديان إلى تكديس الكييسات بالبروتونات، نريد معرفة مصدر ومصير هذه البروتونات.

أ – لتوضيح ذلك نستعرض التجربة التي أجراها الباحث ياغندروف André Jagendorf و ذلك إعتمادا على النظرية الكيمواسموزية للعالم ميتشل Peter Mitchell تم في هذه التجربة وضع كييسات معزولة في الظلام وفي وسط ذو PH محدد ويحتوي على ADP وPi. التركيب التجريبي ومراحل التجربة موضحة في الوثيقة (1).



الوثيقة (1)

1 – ماذا يمكن قوله عن PH الوسط و تجويف التيلاكويد في المرحلتين (1 و 2)؟

2 – قدم تفسيرا شارديا لإختلاف PH الوسط عن PH تجويف الكييس في المرحلة (2).

3 – علل تغير PH تجويف الكييس في المرحلة (3).

4 – علل إضافة NaOH للوسط في المرحلة (4).

5 – α – ماهو مصدر البروتونات المكدسة داخل الكييس طبيعيا؟

β – إستخرج آلية تركيب الـ ATP إنطلاقا من ADP و Pi في المرحلة (4) من التجربة محددا مصدر الطاقة التي أدت إلى تشكل الـ ATP.

γ – لخص تفاعل تركيب الـ ATP في معادلة إجمالية.

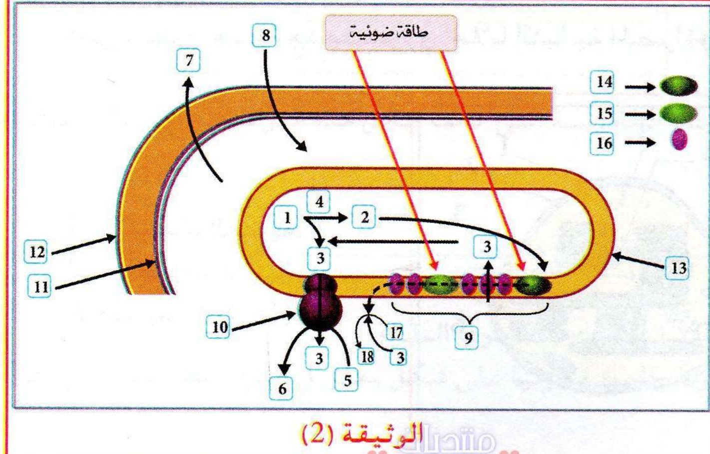
6 – إستنتج مما سبق شروط تركيب ATP.

ب – تمثل الوثيقة (2) رسما تخطيطيا يوضح مختلف التفاعلات في المرحلة الكيموضوئية.

– إنطلاقا من المعلومات المتوصل إليها ومعلوماتك:

1 – أكتب بيانات الوثيقة (2).

2 – إستخلص نواتج المرحلة الكيموضوئية.

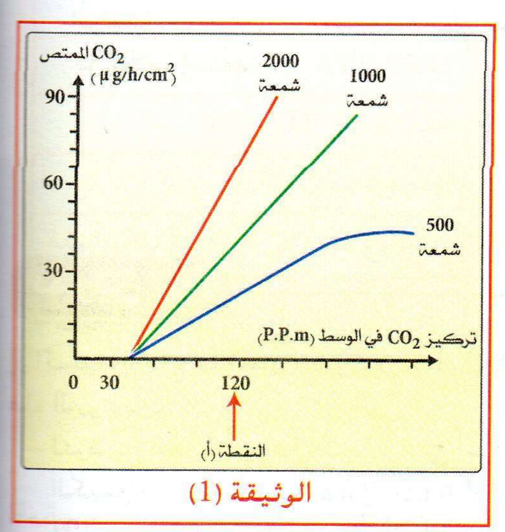


الوثيقة (2)

3 – حدد دور العنصرين (14 و 15) في هذه المرحلة.

جـ – انجز رسما تخطيطيا وظيفيا تبين فيه آلية حدوث المرحلة الكيموضوئية من عملية التركيب الضوئي.

تمرين 16



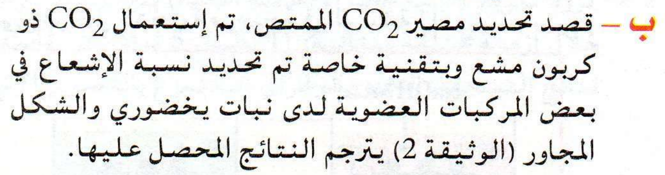
الوثيقة (1)

أ – بتقنية خاصة تم تحديد كمية CO_2 الممتص من قبل نبات عباد الشمس في ظروف مختلفة، إن الشكل المجاور (الوثيقة 1) يبين الظروف التجريبية والنتائج المحصل عليها، وأن العلاقة بين عدد الشموع المشتعلة وشدة الإضاءة طردية.

1 – قارن بين كميات CO_2 المقتنصة من قبل نبات عباد الشمس في شدات الإضاءة المختلفة في النقطة (أ)، ماذا تستنتج؟

2 – صف تغير نسبة CO_2 الممتصة بدلالة تركيزه في الوسط في حالة إستعمال 1000 شمعة مشتعلة؟ بأية ظاهرة حيوية يتعلق الأمر؟

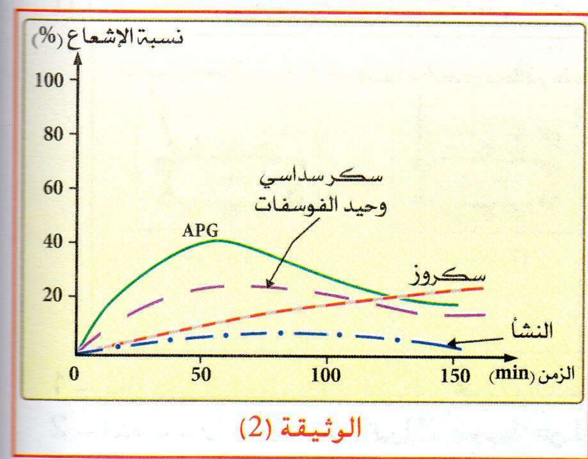
3 – ضع رسما تخطيطيا لمقر حدوث هذه الظاهرة على المستوى الخلوي وعليه كافة البيانات.



ب – قصد تحديد مصير CO_2 الممتص، تم إستعمال CO_2 ذو كربون مشع وبتقنية خاصة تم تحديد نسبة الإشعاع في بعض المركبات العضوية لدى نبات يخضوري والشكل المجاور (الوثيقة 2) يترجم النتائج المحصل عليها.

1 – رتب هذه المركبات المتشكلة حسب تسلسلها الزمني.

2 – إعتمادا على معطيات الشكل ومعلوماتك حدد العلاقة بين هذه المركبات العضوية إذا علمت بأن أول من يستقبل CO_2 هو Rudip.



الوثيقة (2)

تمرين 17

إذا كانت الظواهر الحيوية الطاقوية تشكل أحد الجوانب الهامة في الحياة الخلوية فهي في الواقع تستوجب تواجد بنيات خلوية متكيفة مع الآليات المسيرة لهذه الظواهر. تهدف الدراسة التالية إلى توضيح بعض الجوانب لهذا المفهوم العلمي.

I – الوثيقة (1) تمثل رسوما تخطيطية لصورة تحصلنا عليها بالمجهر الإلكتروني وهي تمثل مظاهر بنيوية لوحظت على مستوى عضية جد منتشرة في الخلايا النباتية الخضراء والتي هي مقر آلية تحويل الطاقة.

(ب) 10 11 12 — (أ) 1 2 3 4 5 6 7 8 9

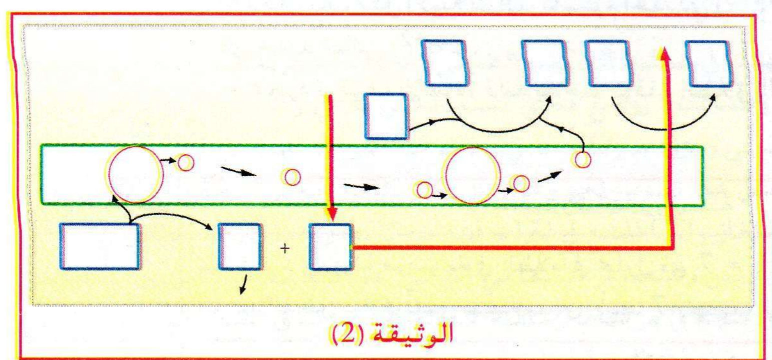
الوثيقة (1)

1 – سم هذه العضية.

2 – تعرف على العناصر المرقمة (من 1 إلى 12).



II – تلخص الوثيقة (2) نموذجا بنيويا تفسيريا ووظيفيا متعلقا بآلية تحويل الطاقة التي أشير إليها سابقا.



الوثيقة (2)

يرجع تصميم هذا النموذج التفسيري إلى إنجاز العديد من النشاطات التجريبية المنجزة بإستعمال خلايا نباتية خضراء أو عضيات من النمط الممثل في الوثيقة (1). تشكل التجارب التالية أمثلة مشهورة في هذا السياق.

1 – المثال الأول :

– توضع عضيات من النمط الممثل في الوثيقة (1) في وسط مناسب وذلك في وجود الضوء الأبيض.

– *تؤدي إضافة مستقبل الإلكترونات المتمثل في إكسلات البوتاسيوم الحديدي (Fe^{+++}) للوسط إلى إنطلاق* غازالإكسجين (O_2).

– توقيف الإضاءة يكون متبوعا بتوقف إنطلاق غاز الأكسجين (O_2).

أ – فسر هذه النتائج مستعينا بمعادلة كيميائية، ثم وضح ما يحدث في الشروط الفيزيولوجية العادية.

ب – حدد هذه الظاهرة على مستوى النموذج الممثل في الوثيقة (2) وذلك بعد إعادة رسمه على ورقة الإجابة.

2 – المثال الثاني :

– نضع عدة بنيات مماثلة لما هو ممثل في الشكل ـ ب ـ للوثيقة (1) في وسط موقي ذي PH= 4 وفي الظلام يصبح تجويف هذه البنيات بعد مرور فترة زمنية كافية له نفس الـ PH الوسط.

– نعوض بعد ذلك الوسط الأول بوسط ذي PH= 8 يحتوي على ADP وPi فنسجل تشكل ATP في الوسط المعرض للظلام.

أ – فسر هذه الملاحظة ولخص ما حدث بمعادلة كيميائية.

ب – ماذا يحدث لو وضعت البنيات السابقة خلال تعويض الوسط الاول في الشروط التالية :

- في PH= 8 وبوجود الضوء الأبيض.
- في PH= 4 وبوجود الضوء الابيض.

جـ – هل توجد علاقة بين المعلومات المستخلصة من المثالين؟ علل إجابتك.

III – تمثل الوثيقة (3) نموذجا مبسطا يلخص ظاهرة مكملة للظاهرة المدروسة في الفقرة السابقة.

أ – أعد رسم هذا النموذج بعناية مع كتابة البيانات المرقمة.

ب – حدد العلاقة الموجودة بين النموذجين المقدمين في هذا الموضوع، ثم مثلها على الرسم المنجز.

الوثيقة (3)

IV – لخص هذه الظاهرة، بتقديم تعريف للآلية الطاقوية التي كانت محل هذه الدراسة ثم أكتب المعادلة الإجمالية لها.

تمرين 18

I – لتوضيح المراحل الوسطية لظاهرة التركيب الضوئي، نقوم بالتجارب التالية:

التجربة الأولى : توضع الصانعات الخضراء المعزولة والمهدمة جزئيا على شكل معلق في محلول مناسب خال من CO_2 ومعرض للضوء.



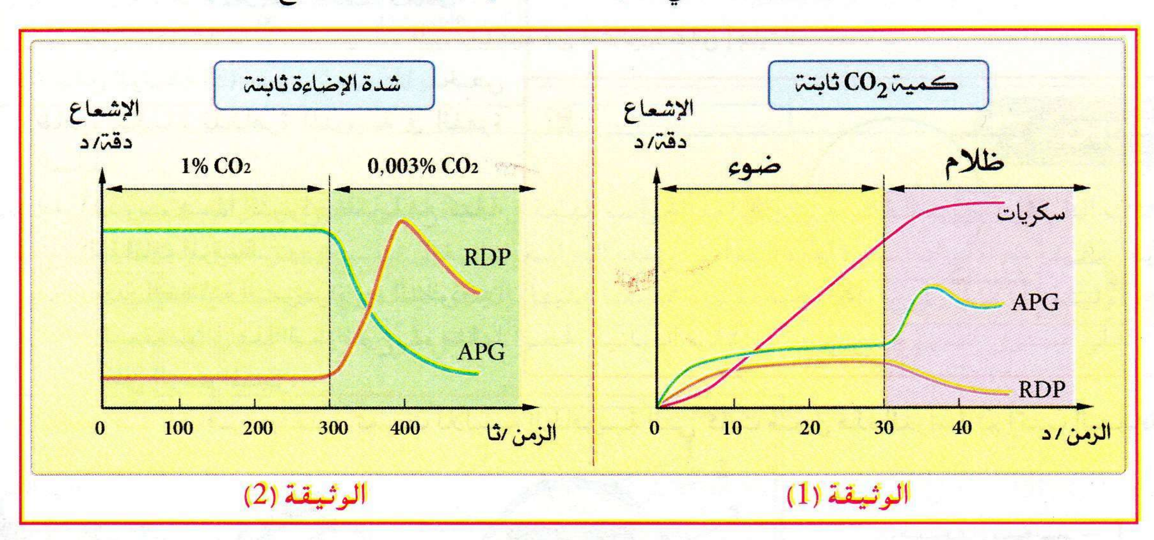
– بمجرد توفير الإضاءة فإنه يلاحظ إنطلاق الأكسجين بشرط أن يكون الوسط حاويا على مستقبل للإلكترونات مثل أكسلات البوتاسيوم الحديدي (Fe^{+3}) والذي يمكن أن يرجع إلى أكسلات البوتاسيوم ذي حديد ثنائي (Fe^{+2}).
– بمجرد توقيف الإضاءة فانه يلاحظ توقف انطلاق الإكسجين.

التجربة الثانية :

رقم المرحلة	الشروط التجريبية	النتائج
أ	تيلاكوئيد معزولة موضوعة في الظلام في محلول ذي PH = 7، بعد التوازن فإن PH الوسط الداخل تيلاكوئيدي يصبح مساوي أيضا 7. نضيف الـ ADP وحمض الفسفور.	عدم فسفرة ADP
ب	تحضن تيلاكوئيد لمدة زمنية في وسط ذي PH= 4 في الظلام حيث يصبح محتواها بنفس درجة الـ PH (PH= 4). توضع فيما بعد ودائما في الظلام في وسط تحضين قاعدي (PH= 8.5) يحوي ADP و Pi.	فسفرة ADP
جـ	تعاد الشروط التجريبية (ب) بإستعمال تيلاكوئيد مجرد من الكريات المذنبة.	عدم فسفرة ADP
د	تعاد الشروط التجريبية (ب) بإستعمال تيلاكوئيد معرضة للضوء.	فسفرة ADP
هـ	تعاد الشروط التجريبية (ب) لكن تضاف مادة الـ FCCP وهي مادة تجعل أغشية التيلاكوئيد نفوذة للبروتونات.	توقف عملية فسفرة ADP

التجربة الثالثة : توضع اشنة الكلوريلا في وسط به هواء غني بغاز CO_2 المشع (نسبة CO_2 بقيت ثابتة في الحيز) ثم تضاء لمدة 30 دقيقة بعدها تنقل إلى الظلام. نعاير في فترات منتظمة من الزمن الإشعاع الكلي لبعض المركبات العضوية والنتائج المتحصل عليها مدونة في الوثيقة (1).

التجربة الرابعة : يوضع نبات أخضر معرض للضوء في حيز به 1 % من CO_2 عند الزمن ز = 300 ثا تغير قيمة CO_2 الوسط المحيط على قيمة تقريبا معدومة. تقاس كمية كل من الـAPG (حمض الفوسفوغليسيريك) والـ RDP (الريبولوز الثنائي الفوسفات). تبين الوثيقة (2) نتائج التجربة.



الوثيقة (1) الوثيقة (2)

1 – حلل بالترتيب كلا من هذه التجارب الأربعة.
2 – ما هي المعلومات التي يمكن إستخلاصها؟

II – وضح برسم تخطيطي العلاقة بين مرحلتي الظاهرة التي سمحت بتركيب السكر إنطلاقا من الطاقة الضوئية وغاز CO_2 الممتص.

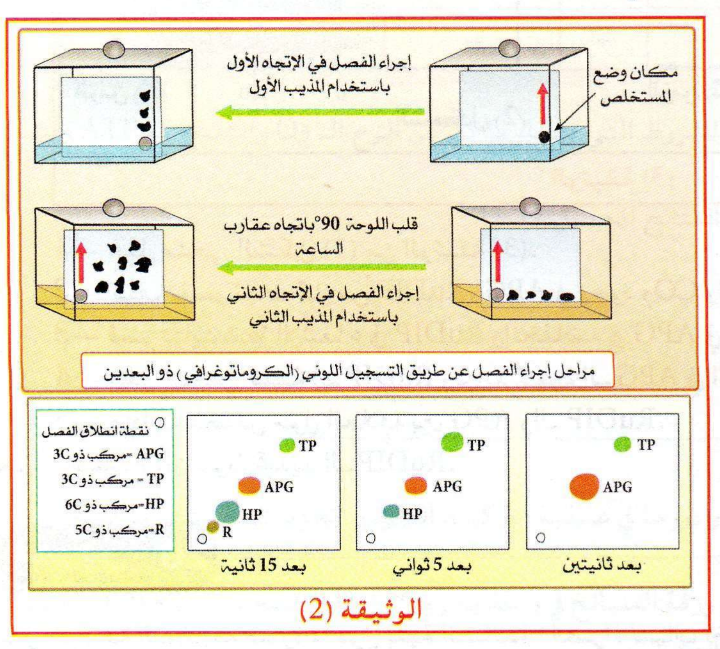


تمرين 19

أ – قصد التعرف على مصير غاز CO_2 المستهلك في عملية التركيب الضوئي، انجزت التجربة الموضحة في التركيب التجريبي (الوثيقة 1)، حيث قام كالفن ومساعدوه بوضع معلق أشنة الكلوريلا في وعاء شفاف معرض للضوء يسمح للأشنة القيام بعملية التركيب الضوئي ومزود بـ CO_2 عادي و ذلك تحت شروط ثابتة من الحرارة والضوء.
بإستعمال مضخة يتم ضخ كميات من المعلق عبر أنبوب نحو وعاء ثاني به ميثانول مغلي، يحقن المعلق بـ CO_2 المشع، يمكن التحكم في مدة تعريض الأشنة لغاز CO_2 المشع في فترات تمتد من ثانية واحدة إلى عدة دقائق.
بإستعمال تقنية تجمع بين التسجيل ذو البعدين والتصوير الإشعاعي الذاتي يتم التعرف على محتوى مستخلص الأشنة الذي يوضح تثبيت CO_2 المشع ودمجه في مركبات وسطية مختلفة ممثلة في تقنية التسجيل اللوني (الكروماتوغرافي) ذو البعدين الذي نتائجه موضحة في الوثيقة (2).



الوثيقة (1)



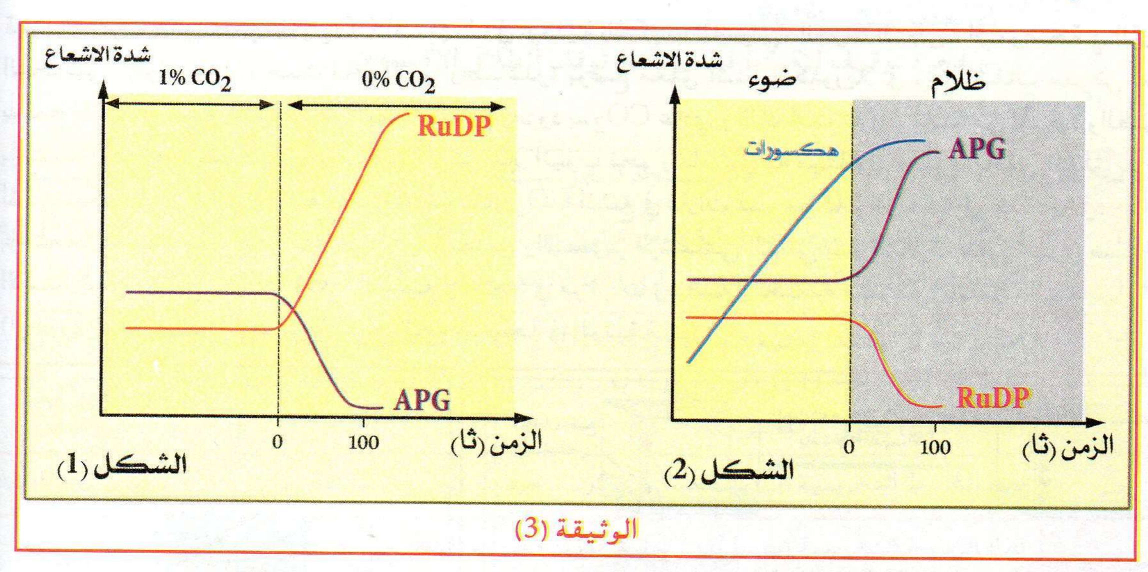
الوثيقة (2)

1 – علل الهدف من إستعمال CO_2 المشع.
2 – علل الهدف من إستقبال مستخلص الأشنة في ميثانول مغلي.
3 – حدد فائدة إستعمال التسجيل الكرومتوغرافي ذو البعدين.
4 – بإستعمال نتائج التسجيل حدد أول مركب يظهر فيه الإشعاع بعد إدماج CO_2.
5 – على ماذا يدل ظهور الإشعاع في مركبات أخرى إذا طالت التجربة؟
6 – بإعتبار أن تفاعلات المرحلة الكيموضوئية تتم على مستوى التيلاكويد وهي تحتاج إلى ضوء بينما دمج CO_2 لا يحتاج إلى ضوء حدد إذن على أي مستوى من الصانعة الخضراء يتم دمج CO_2 (مقر هذه التفاعلات).
7 – إستخلص مما سبق شروط دمج غاز CO_2.

ب – قصد التعرف على تسلسل تفاعلات دمج CO_2، تم إجراء تحليل مقارن للمركبات التي يظهر فيها الإشعاع و التي تعبر عن دمج CO_2، مثل (RuDIP، APG و السكريات السداسية) و ذلك في شروط تجريبية معينة.
التجربة الأولى : وضع معلق لأشنة خضراء أحادية الخلية في الضوء و تم تزويده بـ $^{14}CO_2$ مشع بتركيز 1%.
بعد فترة زمنية (10 دقائق) يحول المعلق إلى وسط خالي من CO_2، ثم تقاس شدة الإشعاع في مركبين عضويين هما:
– RuDIP (Rubilose di phosphate) ريبيلوز ثنائي الفسفات: مركب خماسي الكربون يقوم بتثبيت CO_2.
– APG (Acide phospho Glycerique) حمض فسفو غلسريك: وهو أول مركب ناتج من تثبيت CO_2.
نتائج التجربة موضحة في منحنيي الشكل (1) من الوثيقة (3).
التجربة الثانية : تم تزويد معلق لأشنة خضراء أحادية الخلية بـ $^{14}CO_2$ مشع (مع الحفاظ على تركيزه في الوسط ثابتا خلال مدة التجربة)، يعرض المعلق للضوء لمدة 30 دقيقة ثم يوضع في الظلام، تقاس بعد ذلك شدة الإشعاع



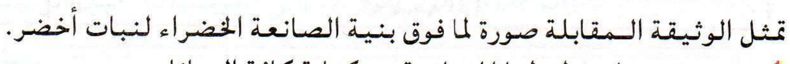
في كل من RuDP وAPG وفي السكريات السداسية (الهكسوزات). نتائج التجربة موضحة في منحنيات الشكل (2) من الوثيقة (3).



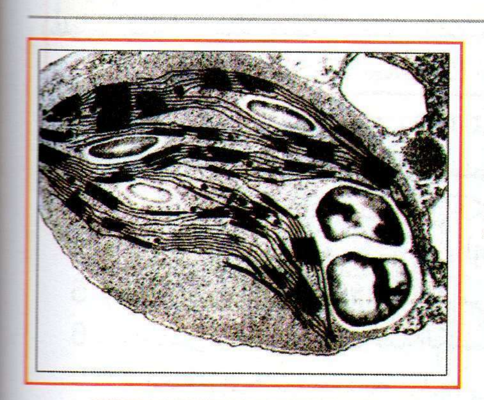
الوثيقة (3)

1 – حلل منحى الشكل (1) من الوثيقة (3).
2 – كيف تفسر ثبات كل من RuDIP، APG في وجود CO_2 والضوء في الشكل (1).
3 – فسر تزايد شدة الإشعاع في RuDIP وإنخفاضه في APG في الشكل (1) في غياب CO_2.
4 – علل تناقص كمية الـ RuDIP وتزايد كمية الـ APG في الشكل (2).
5 – ماذا تستخلص حول العلاقة بين APG والـ RuDIP.

جـ – إستنتج أذن شرط تجديد الـ RuDIP.



تمرين 20



تمثل الوثيقة المقابلة صورة لما فوق بنية الصانعة الخضراء لنبات أخضر.

1 – ضع رسما تخطيطيا للصانعة مع كتابة كافة البيانات.
2 – لمعرفة دور الصانعة الخضراء نقترح المعطيات التالية :
– نقوم بمجموعة من التجارب على معلق الصانعات الخضراء بوجود الضوء، والجدول الموالي يوضح النتائج والمعطيات.
ما هي المعلومات التي يمكن إستخلاصها من هذه التجارب؟

المعطيات التجريبية	ظهور الإشعاع في :	
	الـ O_2 المطروح	جزيئات السكر الناتجة
معلق الصانعات الخضراء + H_2O + CO_2* موسوم بـ ^{14}C	–	+
معلق الصانعات الخضراء + H_2O + $CO*_2$ موسوم بـ ^{18}O	–	+
معلق الصانعات الخضراء + H_2O* موسوم بـ ^{18}O + CO_2	+	–

3 – تم توزيع صانعات خضراء في أوساط زرع مختلفة ثم خضعت لظروف تجريبية مختلفة مع البحث في كل مرة عن ظهور أو غياب كل من: O_2 ،ATP والنشاء، الجدول الموالي يلخص الظروف التجريبية والنتائج المحصل عليها.

أوساط الزرع	العناصر المضافة لوسط الزرع					النتائج: ظهور الـ		
	الـماء	ADP	الضوء	CO_2	الفوسفات(Pi)	O_2	ATP	النشاء
وسط الزرع (1)	+	+	+	+	+	نعم	نعم	نعم
وسط الزرع (2)	+	+	–	+	+	لا	لا	لا
وسط الزرع (3)	+	+	+	–	+	نعم	نعم	لا
وسط الزرع (4)	+	–	+	+	+	نعم	لا	لا
وسط الزرع (5)	+	+	+	+	–	نعم	لا	لا

α – إعتمادا على معطيات الجدول أذكر الشروط التي يتطلبها كل من طرح الـ O_2 وإنتاج الـ ATP وتشكل النشاء؟

β – أكتب مختلف التفاعلات التي أدت إلى النتائج المحصل عليها.

γ – حدد على مستوى الصانعة مقر:

- تركيب الـ ATP؟
- تركيب النشاء؟

تمرين 21

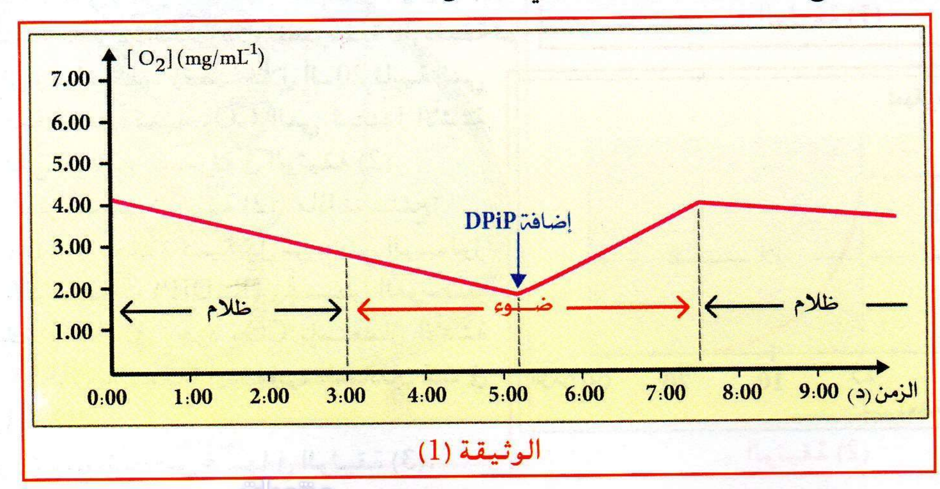
لتحديد شروط حدوث التفاعلات الكيموضوئية و دورها في عملية التركيب الضوئي أنجزنا التجربتين التاليتين :

التجربة الأولى :

المرحلة أ: نضع معلق عضيات خلايا نسيج ورقة السبانخ في وسط يحوي H_2O^* أوكسجينه مشع (O^{18}) ويعرض المحضر للضوء النتائج ملخصة في المعادلة التالية :

$$6CO_2 + 12H_2O^* \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6CO_2 + 6O^*_2$$

المرحلة ب: نضع المعلق السابق في PH = 6.5 وبفضل تجارب مدعمة بالحاسوب (EXAO) نقيس تطور تركيز (O_2) في الوسط بدلالة الزمن مع وجود أو غياب الضوء مع إضافة مادة مستقبلة للإلكترونات (DPIP) في اللحظة ز= 5 د و 15 ثا. النتائج المحصل عليها موضحة في منحنى الوثيقة (1).



الوثيقة (1)

التجربة الثانية :

المرحلة أ: أجريت على معلق كييسات معزولة من صانعات خضراء خطوات التجربة ونتائجها مسجلة في جدول الوثيقة (2).

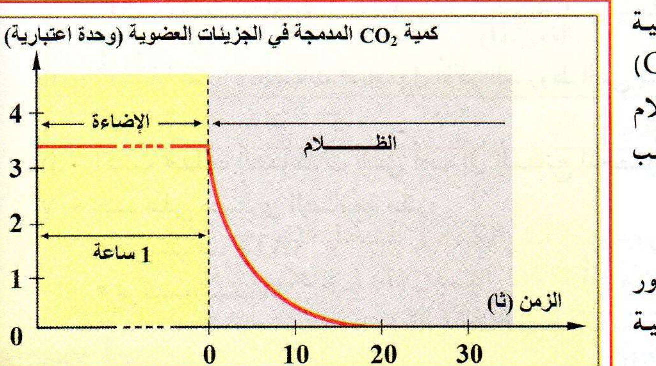
الخطوات	مكونات الوسط المحتوي على كييسات معزولة	الشروط	تشكيل الـ ATP
1	محلول به DPiP ولكن خال من ADP + Pi	الضوء	–
2	محلول به DPiP و ADP + Pi	الضوء	+
3	محلول به DPiP و ADP + Pi	الظلام	–
4	محلول به ADP + Pi ولكن خال من DPiP	الضوء	–

الوثيقة (2)

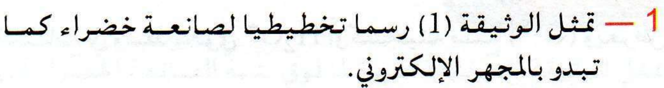
المرحلة ب: وضعت طحالب خضراء وحيدة الخلية في وسط غني بـ CO_2* به الكربون المشع (C^{14}) عرضت لمدة 1 سا لحزمة ضوء قوية ثم نقلت إلى الظلام وتم قياس كمية CO_2* المدمجة في المادة العضوية للطحلب الأخضر والنتائج مدونة في منحنى الوثيقة (3).

1 – حلل وفسر نتائج مراحل كل تجربة.

2 – إستخلص بمخطط بسيط شروط تركيب ودور الجزيئات المركبة في المرحلة الكيموضوئية لعملية التركيب الضوئي.



الوثيقة (3)



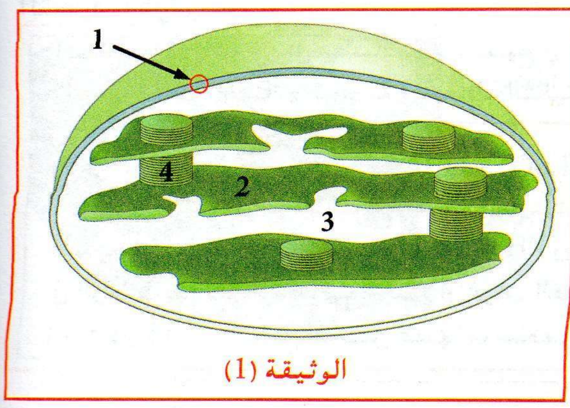
1 – تمثل الوثيقة (1) رسما تخطيطيا لصانعة خضراء كما تبدو بالمجهر الإلكتروني.

أ – سم البيانات المرقمة (من 1 إلى 4).

ب – للصانعة دور هام في تحويل الطاقة من صورة إلى أخرى.

α – حدد هذا التحويل.

β – ما هي الظاهرة البيولوجية التي يتم بموجبها هذا التحويل؟



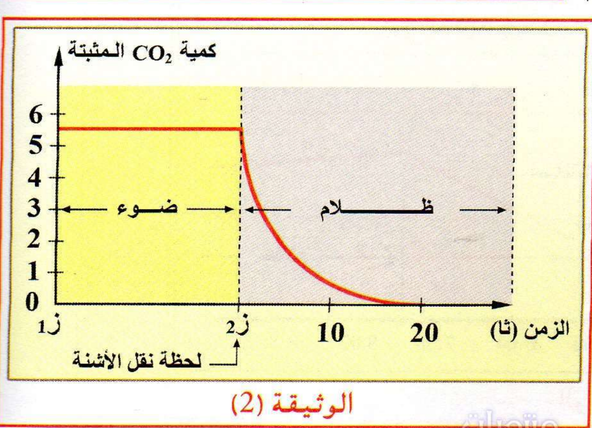
الوثيقة (1)

2 – للتعرف أكثر على وظيفة العضية الممثلة في الوثيقة (1)، عرضنا أشنة خضراء (الكلوريلا) للضوء لمدة 30 دقيقة ثم نقلناها إلى وسط مظلم، وقسنا خلال الـ 20 ثانية التي تلت عملية النقل كمية CO_2 التي ثبتتها الأشنة تحصلنا على النتائج المدونة في الوثيقة (2).

– حلل وفسر منحنى الوثيقة (2). ماذا تستنتج؟

3 – الوثيقة (3) تمثل معايرة كمية كل من مادتي الريبولوز ثنائي الفوسفات (RuDIP) وحمض الفوسفو غليسريك (APG) في وجود CO_2 بإستعمال الأشنة الخضراء (الكلوريلا) علما ان معايرة المادتين تمت في الضوء وفي الظلام.

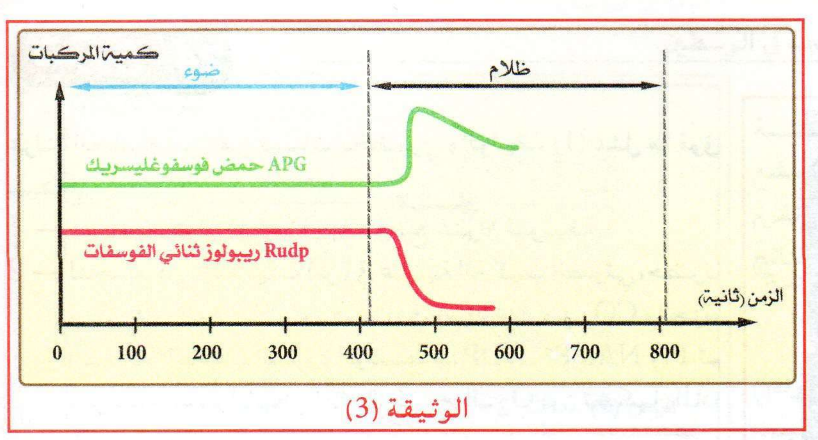
أ – فسر النتائج المتحصل عليها في الوثيقة (3).



الوثيقة (2)

ب – ماذا تستنتج فيما يخص العلاقة بين المركبين؟

جـ – هل تتفق النتائج السابقة مع دورة كالفن؟ علل إجابتك.



الوثيقة (3)

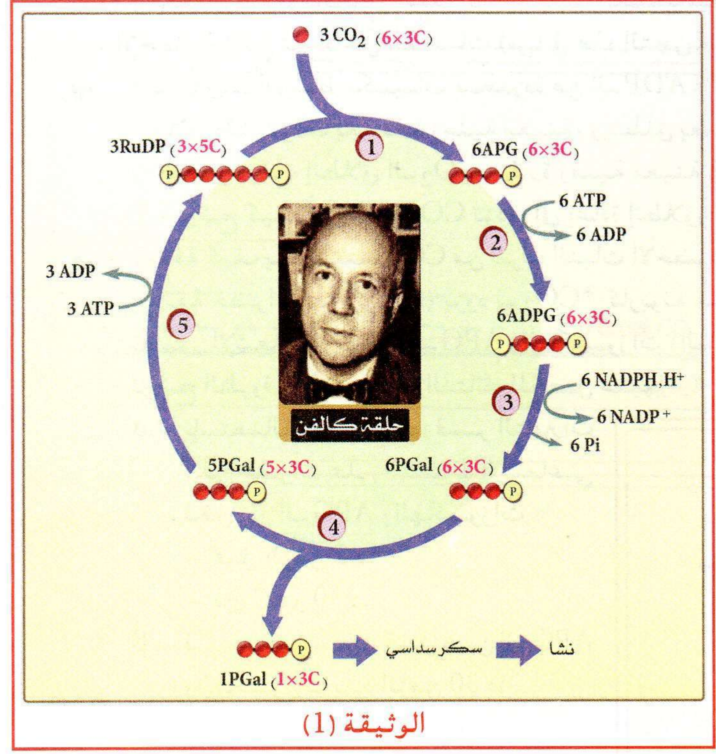
تمرين 23

أ – توصلت أعمال كالفن ومساعدوه إلى تحديد تفاعلات تثبيت CO_2 والمركبات الوسطية الناتجة في شكل حلقة كالفن نسبة إلى العالم الذي إكتشفها (الوثيقة 1).

1 – حدد نوع التفاعلات التي حدثت في (2، 3 و 5).

2 – أعد رسم الحلقة وذلك بإستعمال 6 جزيئات من CO_2؟

3 – حدد بعد ذلك عدد جزيئات ATP اللازمة لتركيب جزيئة سكر سداسي وتجديد 6 جزيئات من RuDP؟



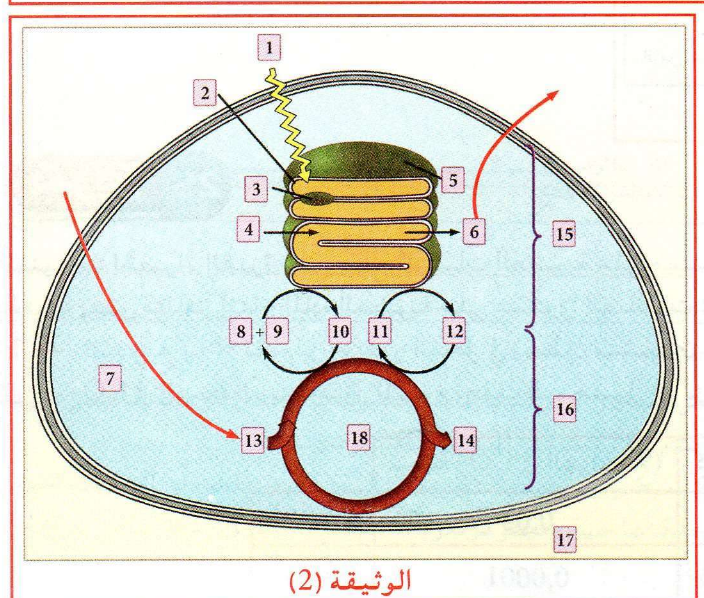
الوثيقة (1)

ب – تمثل الوثيقة (2) رسما تخطيطيا يوضح التكامل بين المرحلتين الكيموضوئية والكيمو حيوية لعملية التركيب الضوئي.

1 – ماذا تمثل الأرقام؟

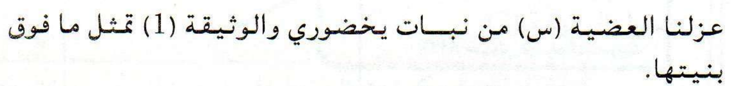
2 – هل يتم تثبيت CO_2 عند توفير ATP و$NADPH.H^+$ في الظلام؟ علل إجابتك.

3 – هل لنقص CO_2 تأثير على إنطلاق O_2 في المرحلة الكيموضوئية؟ علل إجابتك.



الوثيقة (2)

تمرين 24



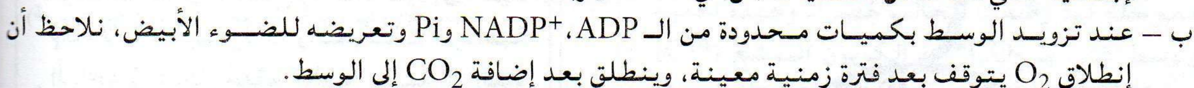
عزلنا العضية (س) من نبـات يخضوري والوثيقة (1) تمثل ما فوق بنيتها.

1 — ضع بيانات الوثيقة (1) بعد وضع عنوان للوثيقة.

2 — لتحديد دور العضيات (س) في عملية التركيب الضوئي، حضرنا معلق هذه العضيات ثم وضعناه في وسط خال من CO_2 وانجزنا التجربة التالية : نـزود الوسـط بـ ADP، $NADP^+$ وPi ثم نعرضه للضوء الأبيض نلاحظ طـرح الـ O_2 دون تشكيل المادة العضوية.

أ — بإستعمـال معلوماتـك، أكتب التفاعـلات الكيميائية الإجمالية التي تمت داخل العضيات (س) في هذه التجربة.

الوثيقة (1)

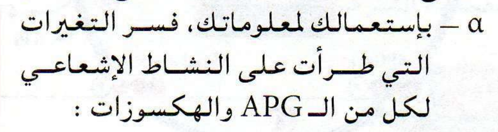


ب — عند تزويد الوسط بكميات محدودة من الـ ADP، $NADP^+$ وPi وتعريضه للضـوء الأبيض، نلاحظ أن إنطلاق O_2 يتوقف بعد فترة زمنية معينة، وينطلق بعد إضافة CO_2 إلى الوسط.

α — فسر توقف إنطلاق الـ O_2 بعد فترة زمنية معينة في هذه التجربة؟

β — وضح كيف أن إضافة CO_2 تؤدي إلى إعادة إنطلاق الـ O_2؟

جـ — لمعرفة كيف يتم تثبيت CO_2 من طرف النبات الأخضر، حضرنا معلق أشنة الكلوريلا (وحيدة الخلية تحوي صانعة خضراء كبيرة واحدة) يزود بـ CO_2* كاربونه مشع بصورة مستمرة، وبتقنية خاصة تمكنا من تتبع تطـور الإشعاع في كل من الـ APG والهكسـوزات (السكريات السداسية) في الضوء والظلام، والوثيقة (2) توضح الظروف التجريبية والنتائج المحصل عليها.

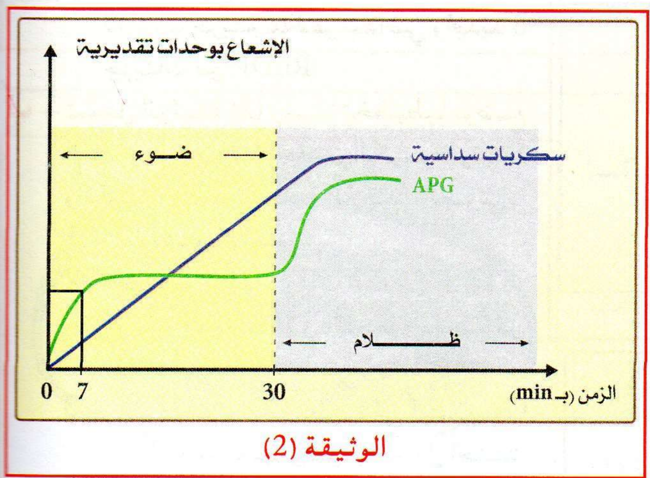


α — بإستعمالك لمعلوماتك، فسـر التغيرات التي طـرأت على النشاط الإشعاعي لكل من الـ APG والهكسوزات :

— قبل الزمن 7 د.

— بين 7 د و 30 د.

β — فسـر ثبـات كـل مـن الـAPG والهكسوزات بعد الزمن 30 د؟



الوثيقة (2)

تمرين 25

للنباتات الخضراء القدرة على صنع المركبات العضوية على مستوى الصانعات الخضراء.

لمعرفة بعض مظاهر إنتاج المادة العضوية على مستوى الصانعات الخضراء نقوم بالتجارب التالية :

1 — **التجربة (1):** نقوم بزرع بذور الفجل في وسطين متشابهين من حيث الإضاءة والحرارة ومـختلفين من حيث نسبة CO_2 في الوسطين. بعد مرور 20 يوم نجفف الـمحصول ثم نزنه والجدول الموالي يوضح النتائج المحصل عليها.

	نسبة CO_2 في الهواء (%)	كتلة المادة الجافة المنتجة (غ)
الوسط 1	0,03	2,48
الوسط 2	0,0001	0,25

أ – قارن بين كتلة المادة الجافة المنتجة في الوسطين.

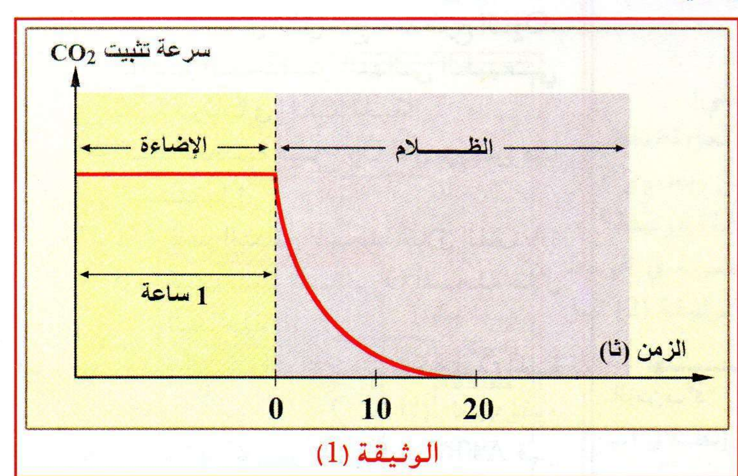
ب – ماذا تستنتج من ذلك؟

2 – **التجربة (2):** نضع معلق أشنة الكلوريلا في وسط به CO_2 كربونه مشع نضيئه لمدة ساعة ثم ننقله للظلام، نقوم بقياس سرعة تثبيت CO_2 المشع والنتائج موضحة في منحنى الوثيقة (1).

أ – حلل هذا المنحنى.

ب – ما هي تفاعلات التركيب الضوئي التي حدثت في الفترة الزمنية 0 – 20 ثا؟

جـ – ماذا يمكنك إستنتاجه فيما يخص شروط إدماج CO_2 في الأشنة؟

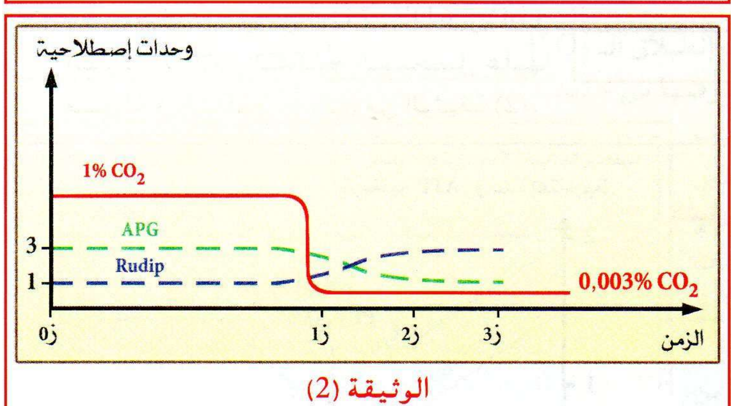


الوثيقة (1)

3 – **التجربة (3):** نضع معلق أشنة الكلوريلا في الضوء ثم نقوم بتغيير نسبة CO_2 في الوسط، تمكنا من معايرة تركيز كل من الـ APG والـ Rudip والحصول على منحنيات الوثيقة (2).

– قارن بين تغير تركيز كل من الـ APG والـ Rudip عندما تكون نسبة CO_2 في الوسط: • 1 % ، • 0,003 %

– كيف تفسر هذا الإختلاف؟



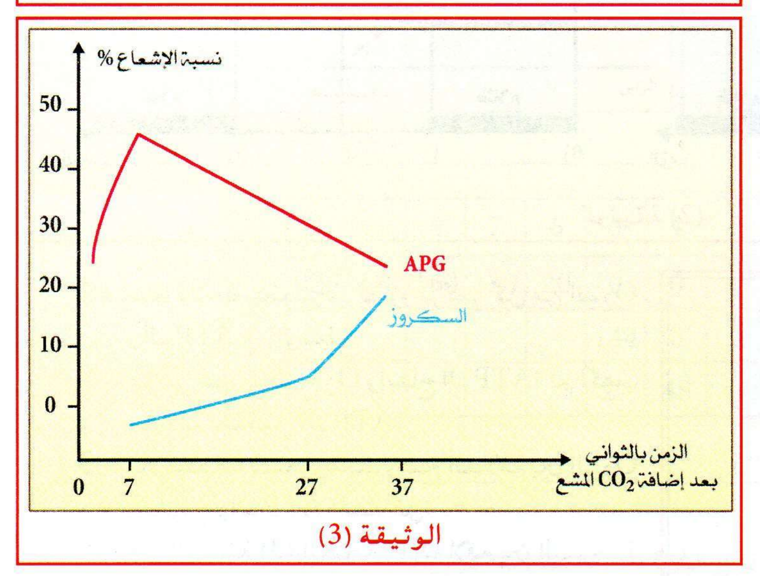
الوثيقة (2)

4 – **التجربة (4):** نضع أشنة الكلوريلا في وسط يضاء ويحوي CO_2 ذو كربون مشع، تتبع الإشعاع في بعض المركبات العضوية مكننا من إنجاز منحنيات الوثيقة 3.

أ – قارن بين تغير نسبة الإشعاع في كل من الـ APG والسكروز.

ب – ماذا يمكنك إستنتاجه؟

5 – مما سبق واعتمادا على معلوماتك حدد عدد جزيئات كل من APG، CO_2 و Rudip اللازمة لتركيب جزيئة واحدة من الغلوكوز، علل إجابتك؟

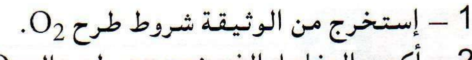


الوثيقة (3)

تمرين 26

بينت الدراسات المختلفة أن التركيب الضوئي يتم في مرحلتين و ان تركيب المادة العضوية يتم خلال المرحلة الكيموحيوية ويحتاج إلى طاقة، والمرحلة الكيموحيوية لا يمكن ان تتم إذا لم تسبقها المرحلة الكيموضوئية.

أ – لإظهار العلاقة بين المرحلتين الكيموحيوية والكيموضوئية نقوم بالتجربة التالية: نقوم بسحق أوراق نبات أخضر ونحصل على معلق الصانعات الخضراء الممزقة ولكنها حية وميتوكوندريات، نضع المعلق في وسط خاص به O_2 في الوسط والوثيقة (1) تبين النتائج المحصل عليها.



1 – إستخرج من الوثيقة شروط طرح O_2.

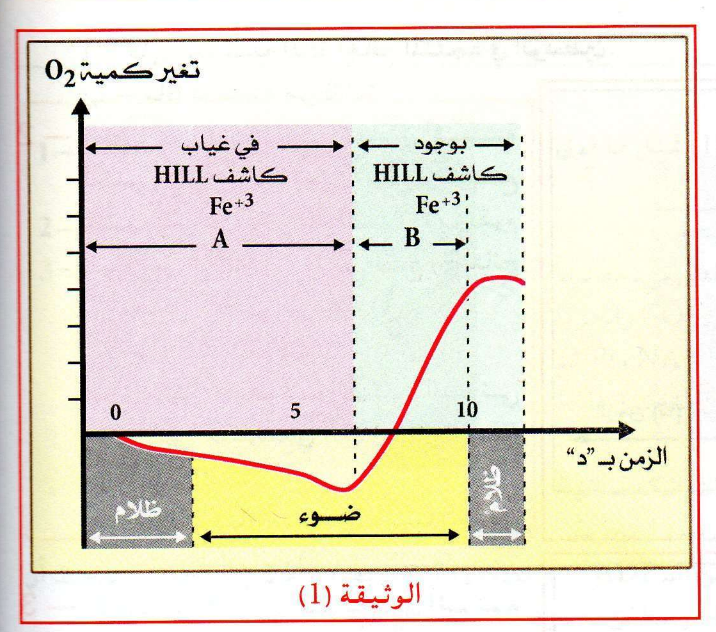
2 – أكتب التفاعل الذي نتج عنه طرح الـ O_2.

3 – ماهو المستقبل النهائي الطبيعي للالكترونات في الخلية الحية؟

– أكتب معادلة طرح O_2 الآن بوجود هذا المستقبل؟

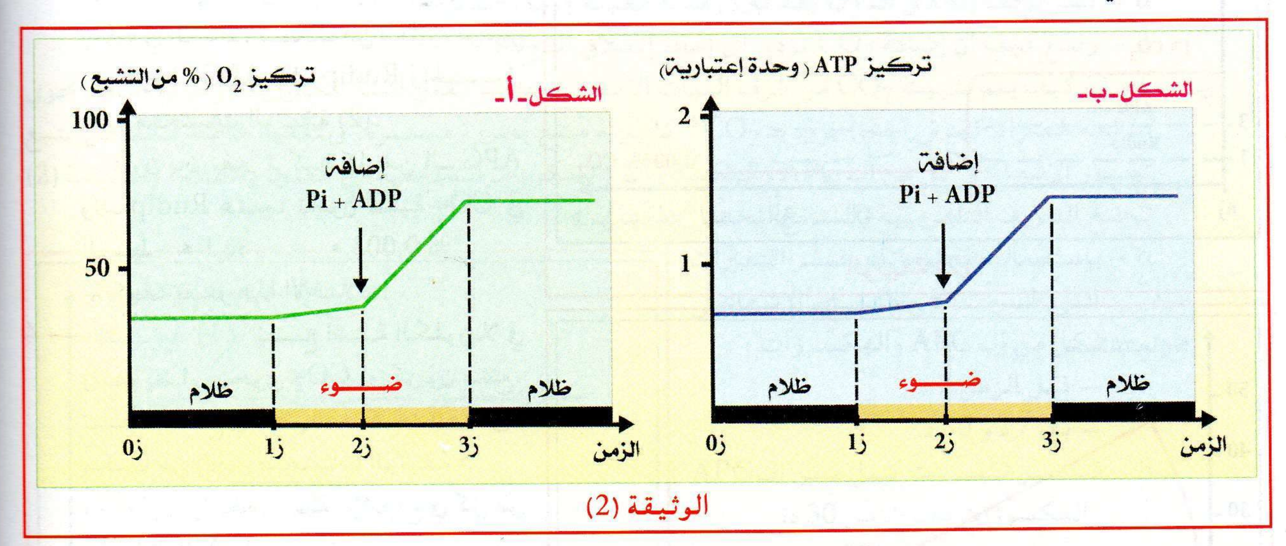
4 – α – فسر النتائج المسجلة خلال الفترة A؟

β – كيف تفسر قيم الـ O_2 المسجلة خلال المرحلة B؟



الوثيقة (1)

ب – بعد وضع الصانعات الخضراء الكاملة والحية في محلول مشبع بالـ O_2 ذو PH ثابت نقوم بقياس تركيز كل من الـ O_2 والـ ATP قبل وبعد إضافة كل من الـ Pi وADP وذلك في الضوء والظلام، النتائج المتحصل عليها مسجلة في الشكلين (أ ، ب) من الوثيقة (2).



الوثيقة (2)

1 – ماذا تلاحظ بخصوص تطور تركيز كل من الـ O_2 والـ ATP في الوسط؟

2 – ما هي شروط طرح O_2 وإنتاج الـ ATP؟ ثم أكتب معادلة تشكيل الـ ATP.

3 – بالإستعانة بمعلوماتك وضح العلاقة بين الـ O_2 المطروح والـ ATP المتشكل؟

جـ – تلخص الوثيقة (3) المجاورة العلاقة بين المرحلة الكيموضوئية والكيموحيوية في التركيب الضوئي :

1 – أعد رسم الوثيقة (3) وتعويض كل علامة "؟" بما يناسبها.

2 – وضح إذن لماذا المرحلتين متكاملتين؟

المرحلة ؟
المرحلة ؟
CO_2
APG
جزيئتان
NADP
2e-
يخضور
H_2O
O_2

الوثيقة (3)

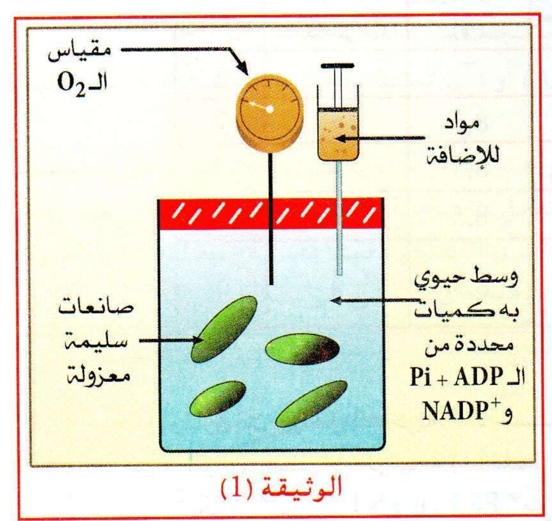
تمرين 27

لدراسة بعض جوانب صنع المادة العضوية نقوم بمايلي:

1 — عرضنا معلق الصانعات الخضراء السليمة المعزولة للضوء.
في بداية التجربة في وسط خال من CO_2 المنحل ويحتوي على كميات محدودة من كل من الـ ADP وPi و$NADP^+$ الوثيقة (1).
وقمنا بقياس تركيز الـ O_2 والجزيئات العضوية في الوسط فكانت النتائج كما هي موضحة في منحنى الوثيقة (2) قبل وبعد إضافة CO_2 المشع للوسط.

أ — حلل وفسر هذه النتائج؟

ب — فسر تأخر إصطناع المادة العضوية عن إنطلاق الـ O_2 (ز2 — ز3)؟



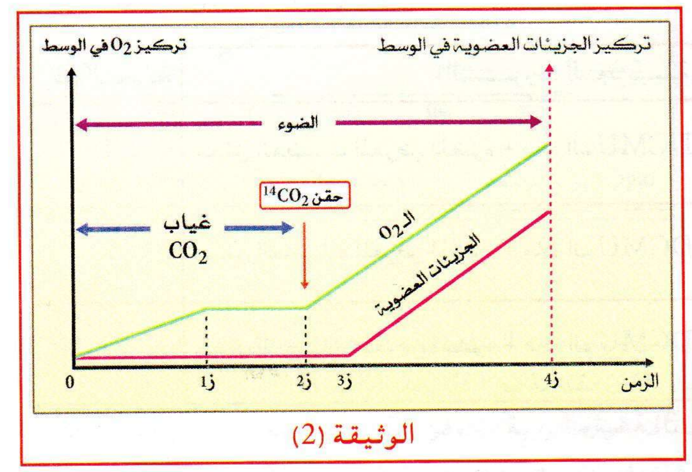
الوثيقة (1)

2 — نعيد التجربة السابقة ولكن عند توقف إنطلاق الـ O_2 نعزل المعلق عن الضوء لمدة 3 ثواني ثم نعرضها من جديد للضوء مع إضافة CO_2 المشع للوسط بكميات كافية لإستمرار الظاهرة لمدة ساعة ثم تقاس عدد جزيئات كل من السكر السداسي المفسفر (C6 – P) والـ ATP المركبة وعدد جزيئات الأكسجين المنطلقة فكانت النتائج كما في جدول الوثيقة (3).

أ — كيف تفسر تأخر تركيب الـ ATP عن إنطلاق الـ O_2 في الجدول؟

ب — أكمل الجدول مع التعليل.

جـ — ما هي عدد جزيئات CO_2 المثبتة في الزمن 10؟ علل إجابتك.



الوثيقة (2)

الزمن	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C6 – P	0	0	0	0	0	20	130	160	210	920
ATP	0	0	0	0	144					
O_2	0	0	0	48	27					

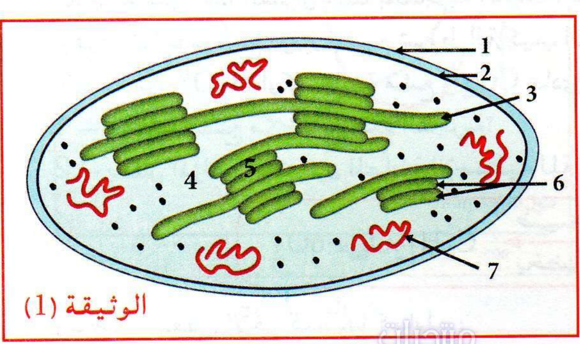
الوثيقة (3)

تمرين 28

قصد معرفة كيفية صنع المركبات العضوية من قبل خلايا ذاتية التغذية نقوم بالدراسة التالية :
تمثل الوثيقة (1) ما فوق البنية الخلوية لعضية قيل عنها لو إفتقدت ستنعدم نسبة كبيرة من الحياة على سطح الأرض.

1 — ما هي هذه العضية؟أكتب البيانات حسب الترقيم.

2 — نضع العناصر (6) التي تمثل مكونات العنصر (5) في شروط تجريبية مختلفة للتوصل إلى شروط تركيب الـ ATP على مستوى العناصر (6) مع تزويد الوسط في كل مرة بالـ ADP و Pi. إن النتائج التجريبية موضحة في جدول الوثيقة (2).



الوثيقة (1)

مراحل التجربة	PH داخل العناصر (6)	PH الوسط (4)	وجود الكريات المذنبة	سلامة غشاء العناصر (6)	وجود الضوء	تشكل الـ ATP
1	7	7	+	+	–	–
2	4	8,5	+	+	–	+
3	4	8,5	–	+	–	–
4	4	8,5	+	+	+	+
5	4	8,5	+	تشكل ثقوب بإضافة FCCP	+	–

+ وجود أو تشكل — غياب أو عدم تشكل

الوثيقة (2)

– حلل وقارن بين مراحل التجربة. ماذا تستنتج فيما يخص شروط تشكل الـ ATP.

3 – نعرض معلق من عضيات الوثيقة (1) للضوء مع إضافة مادة الـ DCMU (ثنائي كلور مثيل البولينا) وهو يمنع إنتقال الإلكترونات من PS II إلى PS I، مع وجود أو غياب مواد أخرى. النتائج المحصل عليها مبينة في جدول الوثيقة (3):

رقم التجربة	الشـــروط التجريبيــة	النتائـــــج
1	معلق العضيات المعرض للضوء + مادة الـ DCMU	– عدم إنطلاق الـ O_2 – عدم تثبيت غاز CO_2
2	معلق العضيات المعرض للضوء + مادة الـ DCMU + مستقبل للإلكترونات	– إنطلاق الـ O_2 – عدم تثبيت غاز CO_2
3	معلق العضيات المعرض للضوء + مادة الـ DCMU + معطي للإلكترونات	– عدم إنطلاق الـ O_2 – تثبيت غاز CO_2

الوثيقة (3)

أ – فسر نتائج كل مرحلة.

ب – هل التجربتان 2 ، 3 تعطيان نفس النتائج مع غياب الضوء؟ علل إجابتك.

4 – هل يتشكل الـ ATP في 2 و 4 (الوثيقة 2) عند إضافة مادة الـ DCMU؟ فسر ذلك.

تمرين 29

I – إن إستخدام العناصر المشعة يسمح أحيانا التعمق أكثر في حقيقة التفاعلات الكيميائية، عندما شرع في دراسة التركيب الضوئي لدى النباتات الخضراء طرح السؤال التالي: ما هو مصدر الـ O_2 المطروح في عملية التركيب الضوئي هل هو الماء أو غاز الفحم ؟

للإجابة على هذا السؤال قمنا بالتجربة التالية: قمنا بغرس نبتة خضراء في وسط يحوي CO^*_2 ذو أكسجين مشع وعرضت للضوء مع توفير جميع شروط التركيب الضوئي فلوحظ أن الأوكسجين المنطلق غير مشعا، في حين لو زودنا النبتة بماء H_2O^* أوكسجينة مشع و CO_2 عادي فنلاحظ أن الأوكسجين المنطلق مشعا.

1 – ماذا تستنتج من نتائج هذه التجربة؟

2 – بعض المؤلفين يكتبون المعادلة الإجمالية للتركيب الضوئي كما يلي:

أ) ....

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

ويفضل البعض الآخر كتابتها كمايلي:

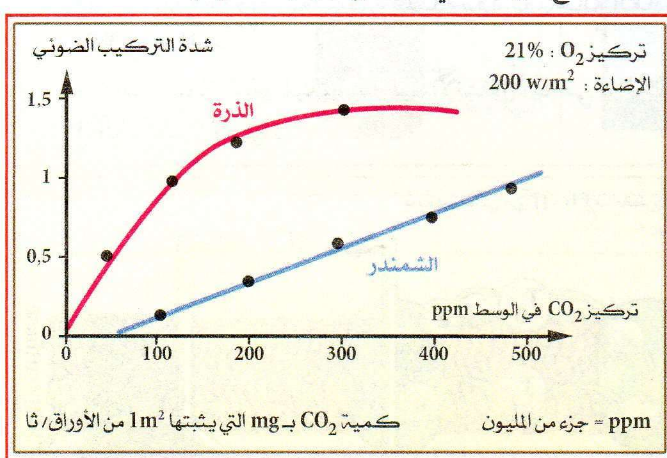


ب) ....

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$$

– إستنادا إلى ما توصلت إليه من السؤال (1) أي المعادلتين (أ) أو (ب) تستطيع حسب رأيك أن تعبر عن حقيقة ما يحدث؟ علل إجابتك؟

II – إنتاج النبات للمادة العضوية تختلف حسب الوضع الجغرافي حيث تقدر عند بعض نباتات المناطق المعتدلة كالشمندر والطماطم بـ 22 طن في الهكتار سنويا. في حين تصل الانتاجية إلى 38,6 طن في الهكتار عند بعض النباتات المدارية كالذرة وقصد البحث عن سبب هذا الإختلاف في الإنتاجية قمنا بمقارنة شدة التركيب الضوئي لدى الشمندر والذرة بدلالة تركيز CO_2 في الوسط والنتائج موضحة في منحنى الوثيقة الموالية :



1 – حلل هذه النتائج.

2 – ما تأثير هذا التغير على إنتاجية كل من الشمندر والذرة؟ فسر ذلك.

3 – إذا علمت أن نسبة CO_2 في الهواء محدودة تقدر بـ 330 جزء من المليون، ما تأثير هذه النسبة على إنتاجية النبتتين؟

4 – إعتمادا على ما سبق، كيف يمكن تحسين مردودية الشمندر؟

تمرين 30

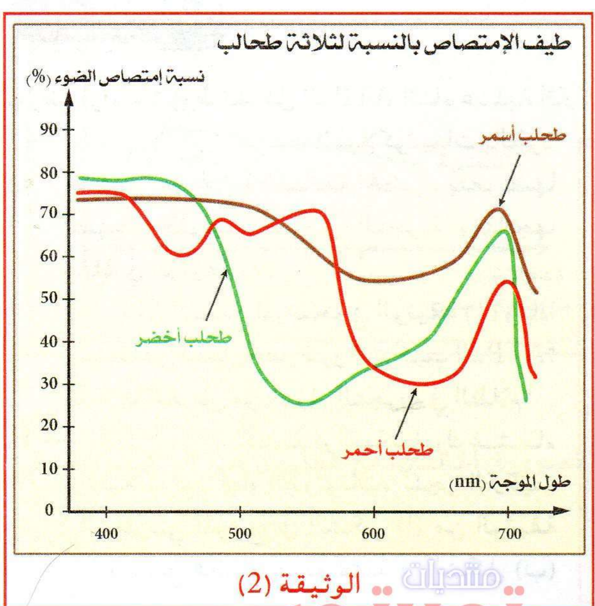
تختفي الطحالب مع زيادة عمق المياه، فمثلا بالنسبة للمياه البحرية الساحلية، لا نجد الطحالب في عمق أكثر من 30 مترا، غير أن الطحالب الحمراء و السمراء تعيش في أعماق أكثر مقارنة مع الطحالب الخضراء.

إضافة إلى الصبغات اليخضورية التي عند جميع النباتات اليخضورية ،تتوفر الطحالب السمراء على صبغة إضافية تسمى « La Fucoxanthine »، أما الطحالب الحمراء فتتوفر على صبغة إضافية تسمى « La Phycoérythrine ».

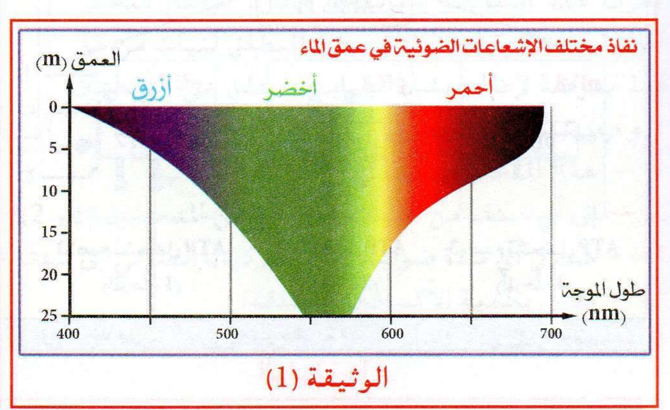
1 – أعتمادا على (الوثيقة 1) ما هو التغير الذي يحصل للضوء كلما نفذ في عمق المياه؟

2 – أعتمادا على (الوثيقة 2) ما هي خصوصية طيف الإمتصاص لكل من الطحالب السمراء والطحالب الحمراء، مقارنة مع الطحالب الخضراء؟

3 – إعتمادا على معطيات السؤالين السابقين وعلى معلوماتك، فسر لماذا تعيش الطحالب السمراء والحمراء في أعماق أكثر، مقارنة مع الطحالب الخضراء.



الوثيقة (2)



الوثيقة (1)

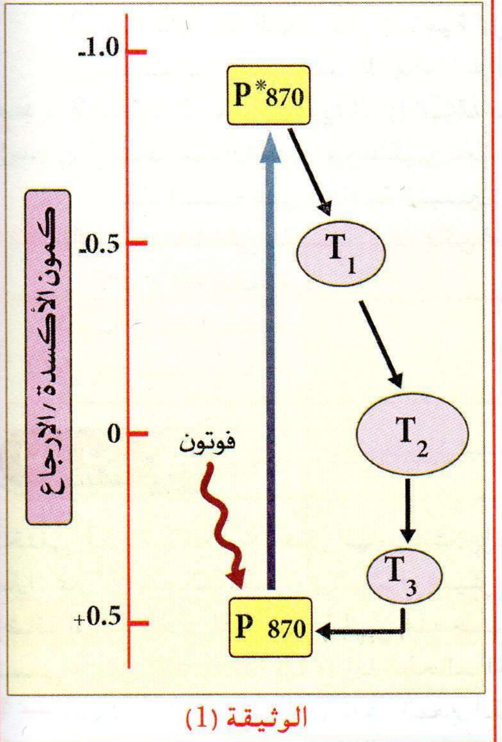
تمرين 31

من بين الكائنات الدقيقة القادرة على القيام بعملية التركيب الضوئي هي البكتريا الزرقاء المعروفة بإسم Rhodopseudomonas viridis ودراسة آلية التركيب الضوئي وبنية النظام الضوئي عند البكتريا أعطت النتائج الموضحة في الوثيقتين (1) و(2):

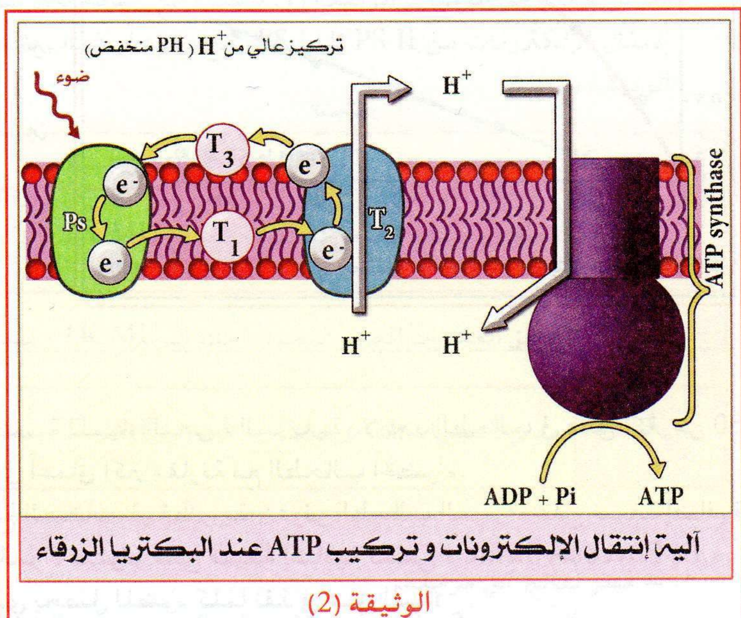
1 — ما هي أوجه التشابه والإختلاف بين هذه الآلية وآلية إنتقال الإلكترونات وتركيب ATP في النباتات الخضراء؟

2 — تعرف هذه الطريقة من إنتقال الإلكترونات بالإنتقال الحلقي ويمكن أن تحدث في النباتات الخضراء وتؤدي فقط إلى إنتاج ATP دون إنتاج NADPH2 يشارك فيها النظام الضوئي الأول PSI فقط بتدخل النواقل T1 ، T2 ، T3 فقط. تحدث هذه الالية بنسبة قليلة مقارنة بالحالة العادية وهي الإنتقال غير الحلقي بمشاركة النظامين الضوئيين PSI و PSII.

– أنجز رسما تخطيطيا توضح فيه الإنتقال الحلقي للإلكترونات في النباتات الخضراء.



الوثيقة (1)



آلية إنتقال الإلكترونات و تركيب ATP عند البكتريا الزرقاء

الوثيقة (2)

تمرين 32

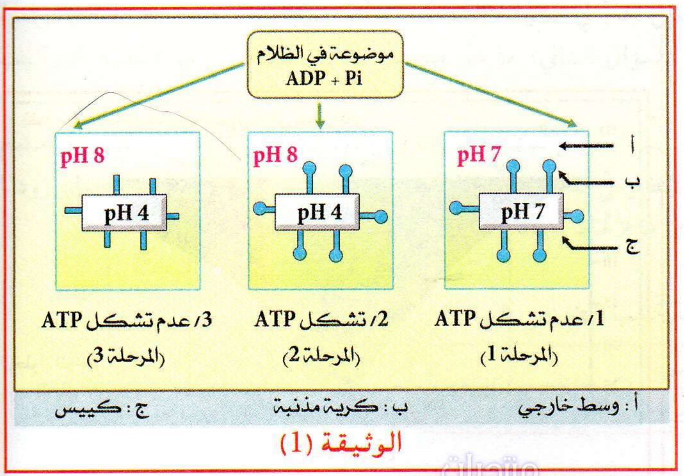
لغرض دراسة شروط تشكل الـ ATP أثناء عملية التركيب الضوئي، نجري التجربتين التاليتين :

I — التجربة (1): عزلت التيلاكوئيدات بالطرد المركزي بعد تجزئة الصانعة الخضراء بتعريضها لصدمة حلولية، مراحل التجربة ونتائجها ممثلة في الوثيقة (1).

1 – حلل النتائج الموضحة في الوثيقة (1) وماذا تستخلص فيما يخص شروط تركيب الـATP؟

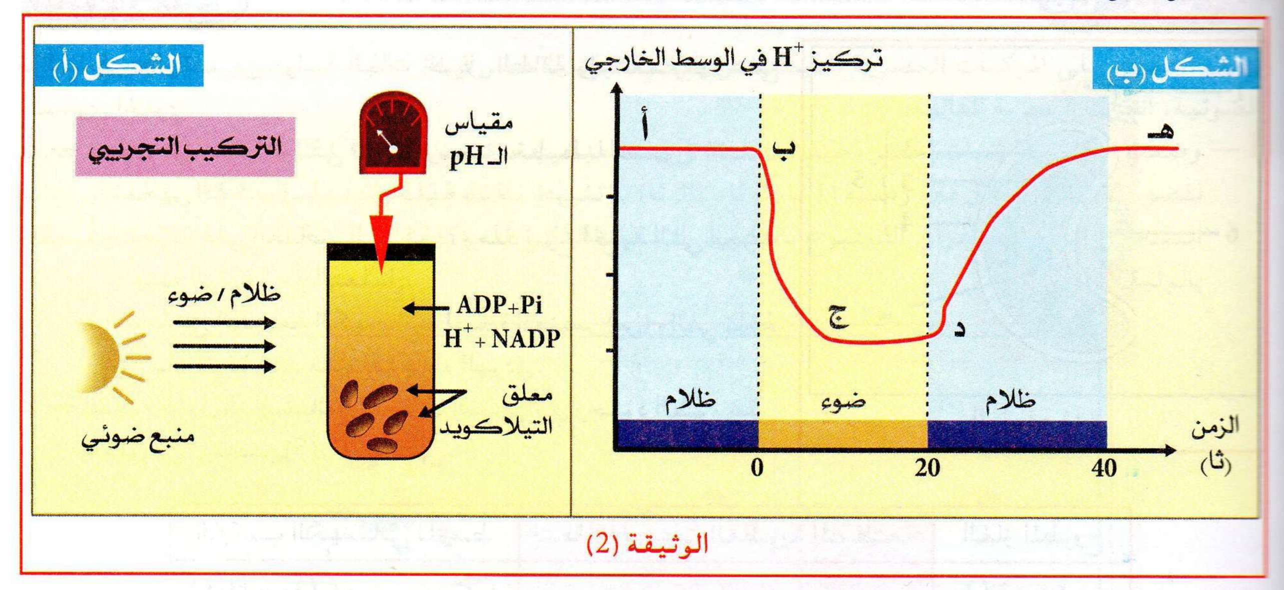
2 – ما الغرض من إجراء التجربة في الظلام؟

II — التجربة (2): قصد دراسة سلوك غشاء التيلاكوئيد تجاه البروتونات، ننجز التركيب التجريبي الموضح في الشكل (أ) من الوثيقة (2) نتائج هذه التجربة ممثلة في الشكل (ب)



الوثيقة (1)

من نفس الوثيقة.



الوثيقة (2)

1 – حلل المنحنى وفق القطع (أ ب) ، (ب ج) ، (ج د) ، (د هـ).

2 – ماذا يمكنك إستخلاصه حول سلوك الغشاء تجاه البروتونات؟

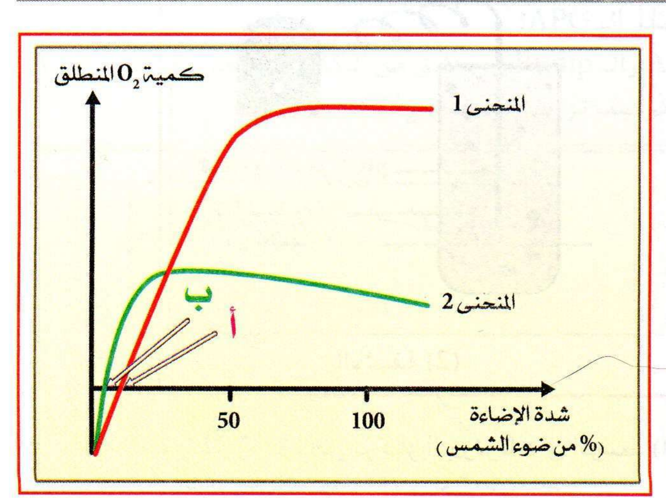
3 – يضاف إلى الوسط مادة تجعل غشاء التيلاكوئيد نفوذا للبروتونات وكنتيجة لذلك سجل عدم تشكيل الـ ATP. كيف تفسر ذلك؟

4 – بالإعتماد على نتائج التجربة (2) وما توصلت إليه في التجربة (1)، علل تشكل الـ ATP في الفترتين الزمنيتين (0 – 20 ثانية)،(20 – 40 ثانية) من الشكل (ب) للوثيقة (2).

III – بإستغلال نتائج التجربتين 1 ، 2 ومعارفك، وضح برسم تخطيطي وظيفي سلسلة التفاعلات التي تؤدي إلى إستمرار تركيب الـ ATP، مع وضع كافة البيانات.

تمرين 33

تسمى بعض النباتات بنباتات الشمس مثل الطماطم وعباد الشمس وهي كمعظم النباتات الزراعية لا تنمو بصورة جيدة إلا إذا كانت معرضة لضوء الشمس مباشرة، بينما تسمى بعض النباتات التي تعيش تحت أشجار الغابة بفضل جزء من ضوء الشمس الذي يصل إليها بعد مروره على أوراق واغصان الشجرة التي تعيش تحتها، تعرف هذه النباتات بنباتات الظل. يوضح منحنى الوثيقة المجاورة كمية الأكسجين المنطلق لنبات من كل فئة معرضة لإضاءة بشدة متباينة. يطلق عى النقطتين (أ و ب) بنقطة التعويض.



1 — حلل المنحنيين، ماذا تمثل النقطتين أ ، ب.

2 — إلى أي صنف من النبات يعود كل من المنحنيين (1 و 2)؟

3 — حدد في أي شدة ضوئية يصل التركيب الضوئي إلى شدته القصوى في الحالتين، مع العلم أن شدة التركيب الضوئي تقاس بكمية الأكسجين المنطلقة.

4 — علل وجود بعض أجزاء المنحنيين تحت مستوى الصفر.



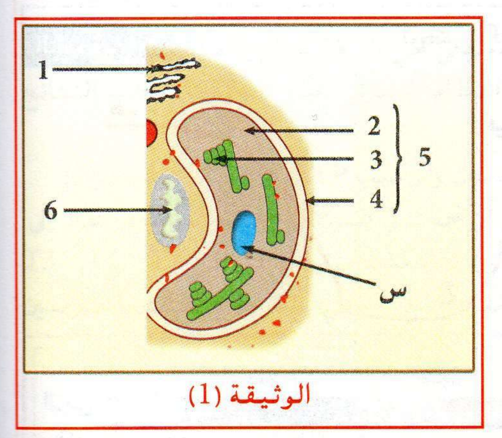


نرغب في هذا التمرين دراسة آليات تحويل الطاقة وإستعمالاتها على المستوى الخلوي.

1 — انجزت الوثيقة (1) التي تمثل رسما تخطيطيا لصورة اخذت بالمجهر الإلكتروني لجزء من خلية حية.

أ — تعرف على العناصر المرقمة، وحدد نوع الخلية التي أنجزت منها الوثيقة مع التعليل.

ب — ما هي الطبيعة الكيميائية لمادة العنصر (س) والتي تأخذ لونا أزرقا عند معاملته بالماء اليودي.



الوثيقة (1)

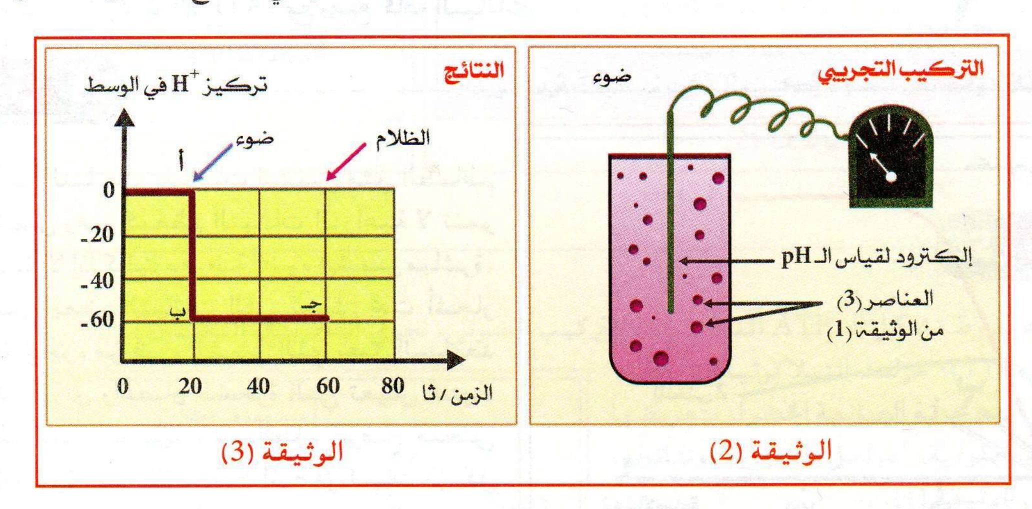
2 — يظهر الجدول التالي نتائج التجارب المجراة في وجود الضوء على معلق من العنصر (5).

التركيب الكيميائي للوسط	إشعاع الجزيئات العضوية المصطنعة	الغاز المطروح
H_2O + CO_2 موسوم بـ C^{14}	+	O_2 غير مشع
H_2O + CO_2 موسوم بـ O^{18}	+	O_2 غير مشع
H_2O موسوم بـ O^{18} + CO_2	—	O_2 مشع

أ — ما هي المعلومات التي يمكن إستخلاصها من نتائج هذا الجدول؟

ب — إنطلاقا من هذه المعلومات أكتب المعادلة الكيميائية الإجمالية للظاهرة المعنية.

3 — نضع في انبوبة إختيار العناصر (3) من الوثيقة (1) معزولة وسليمة، ونقيس محتوى الأنبوبة بصورة مستمرة لتركيز البروتونات H^+ (قيمة الـ PH) والوثيقتان (2) و(3) تبيان التركيب التجريبي ونتائج القياس المحصل عليها.



الوثيقة (2) الوثيقة (3)

أ — كيف تفسر إنخفاض تركيز البروتونات في الوسط (الجزء أ – ب)؟

ب — إشرح السطح السفلي للمنحنى ب – جـ.

جـ — نضيف للوسط مادة تجعل أغشية الكييسات نفوذة للبروتونات، فيتوقف تركيب الـ ATP.

α — فسر لماذا ؟

β — هل يستمر إنطلاق الـ O_2؟

γ — ما مصير الطاقة الضوئية المقتنصة؟

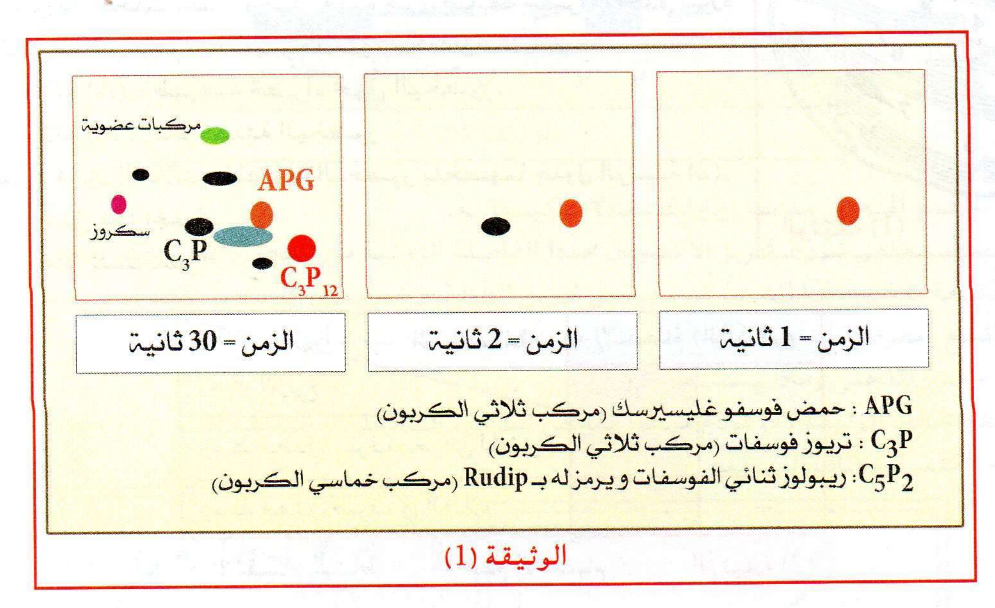
د — نطفئ الضوء، ما هي التطورات التي نراها إنطلاقا من النقطة "جـ" بالنسبة لتركيز البروتونات H^+؟ هل يستمر انطلاق الـ O_2، وتركيب الـ ATP؟



تمرين 35

يهدف التعرف على المركبات العضوية المشكلة من طرف النبات الأخضر في المرحلة الكيموضوئية من تحويل الطاقة الضوئية، أنجزت التجربة التالية:

I – وضعت الكلوريلا (نبات اخضر وحيد الخلية) في وسط مناسب تم تزويده بـ CO_2 كربونه مشع ^{14}C وعرضت للضوء الأبيض، وخلال فترة زمنية (1 ثا، 2 ثا ، 30 ثا) تم تثبيط نشاط هذه الخلايا بواسطة الكحول المغلى، نتائج التسجيل الكروماتوغرافي المتبوع بالتصوير الإشعاع الذاتي للمركبات المتشكلة في هذه الأزمنة ممثلة بالوثيقة (1).



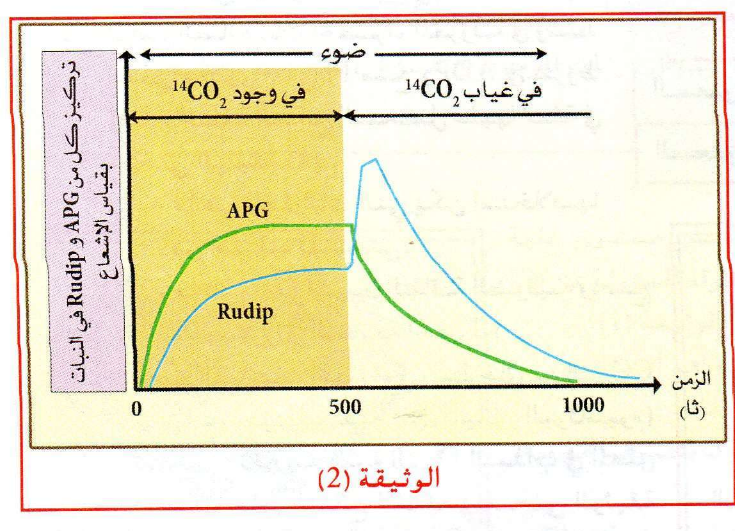
الوثيقة (1)

1 – ماذا تمثل البقع المتحصل عليها في الوثيقة (1)؟

2 – بالإعتماد على نتائج التسجيل الكروماتوغرافي المحصل عليه في الزمن 30 ثانية، سم مركبات البقع المتشكلة في الزمنيين 1 ثا و2 ثا.

3 – ما هي الفرضيات التي تقدمها فيما يخص مصدر الـ APG؟

II – تبين الوثيقة (2) تغيرات تركيز كل من الـ APG والـ Rudip في معلق من الكلوريلا يحتوي على $^{14}CO_2$ ومعرض للضوء الأبيض، في الزمن ز = 500 ثا تم توقيف تزويد الوسط بـ CO_2.



الوثيقة (2)

1 – بالإعتماد على النتائج الممثلة في الوثيقة (2):

أ – بإستدلال منطقي فسر تساير كميتي الـ APG والـ Rudip في الفترة قبل ز = 500 ثانية.

ب – حلل منحنيي الوثيقة (2) في الفترة الممتدة من ز = 500 ثانية إلى 1000 ثانية.

جـ – ماذا تستنتج فيما يخص العلاقة بين الـ APG والـ Rudip؟

2 – هل تسمح لك هذه النتائج بتأكيد إحدى الفرضيات المقترحة في السؤال I – 3؟ علل إجابتك.

III – بإستغلال النتائج و بإستعمال معلوماتك وضح بمخطط بسيط العلاقة بين الـ APG والـ Rudip.

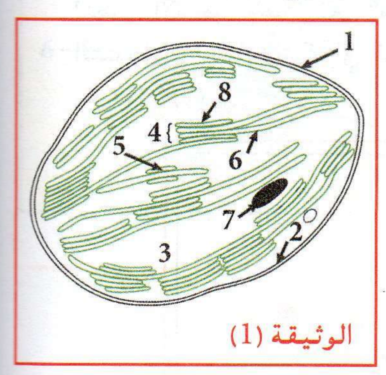
تمرين 36

لبعض النباتات صانعات خضراء تقوم بتحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة في جزيئات عضوية وفق تسلسل مجموعة من التفاعلات بآليات دقيقة ومحددة. لدراسة هذه الآليات ومقر حدوثها نقوم بما يلي:

I — أ – تبين الوثيقة (1) رسما تخطيطيا للصانعة الخضراء كما تبدو بالمجهر الالكتروني.

1 – تعرف على البيانات من 1 إلى 7.

2 – للعضية بنية حجيرية. علل؟



الوثيقة (1)

ب – الكلوريلا طحلب أخضر وحيد الخلية تحوي صانعة خضراء واحدة كبيرة تشمل معظم حجم الخلية، يوجد منها سلالتان :

– سلالة (A) : طبيعية خضراء تحوي اليخضور.

– سلالة (a) : طافرة عديمة اليخضور.

سلوك هاتين السلالتين للضوء واليخضور يلخصهما جدول الوثيقة (2).

1 – حلل هذا الجدول.

2 – ماذا تستخلص؟

السلالـــة / وسط الزرع	الانقسام (التكاثر) A	a
وسط معدني صرف معرض للضوء	+	–
وسط معدني صرف في الظلام	–	–

+ الانقسام بنشاط — عدم الانقسام

الوثيقة (2)

جـ – تجربة روبن وكامن (Ruben et Kamen1940) : قاما بزرع أشنات خضراء في وسط به ماء وغاز الفحم، ثم وزعت على إنائين (أ، ب) يختلفان في كمية جزيئات الماء الحاوية على النظير O^{18} وكمية جزيئات CO_2 تحوي نفس النظير السابق O^{18} يعرض الاناءان للضوء طوال مدة التجربة ويتم خلالها قياس كمية الاكسجين المنطلقة والحاوية على O^{18}. نتائج التجربة يوضحها جدول الوثيقة (3).

1 – ما الهدف من إنجازهذه التجربة؟

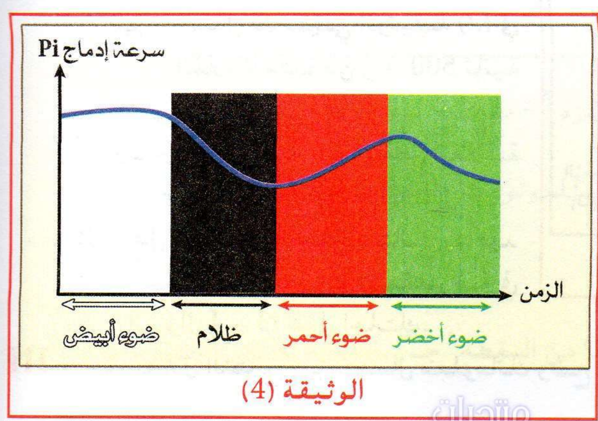
2 – ما هي المعلومة المستخلصة؟

الوثيقة (3)	نسبة الجزيئات الحاوية على O^{18} بـ % الماء	غاز الفحم	الأكسجين
المعلق (أ)	0,85	0,20	0,84
المعلق (ب)	0,20	0,68	0,20

د – توضع الصانعات الخضراء المعزولة في وسط مغذي يحتوي على Pi مشع وADP في شروط إضاءة مختلفة النتائج المحصل عليها ممثلة في منحنى الوثيقة (4).

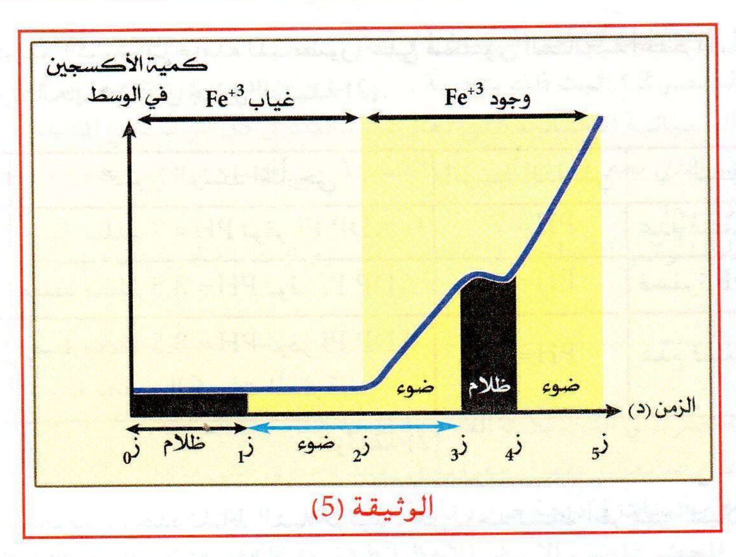
1 – ما هي المعلومات التي يمكن استخلاصها من تحليلك للمنحنى؟

2 – ما هي العلاقة بين الطاقة الضوئية ودمج الفوسفور في الصانعة الخضراء؟



الوثيقة (4)

هـ – توضع الصانعات الخضراء في وسط خالي من الـ CO_2 في غياب ووجود المستقبل (فيروسيانور البوتاسيوم) ثم نقيس تغيرات كمية الـ O_2 المذاب في المعلق فحصلنا على النتائج الممثلة في منحنى الوثيقة (5)، كما نجد أن الفيروسيانور قد تحول من الحديد الثلاثي إلى الحديد الثنائي.



الوثيقة (5)

1 – فسر المنحنى مدعما إجابتك بمعادلات كيميائية.

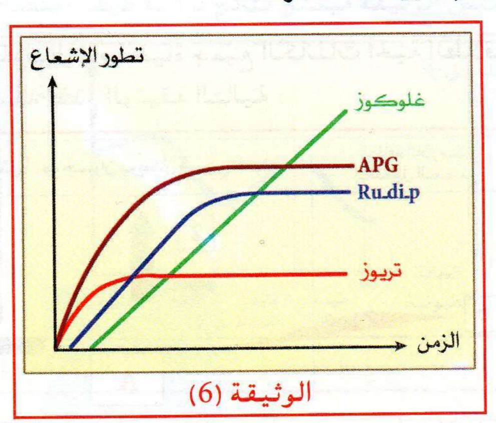
2 – استخلص شروط تحرير الأكسجين محددا الفاصلة الزمنية من المنحنى التي تؤكد ذلك.

II – أ – لمتابعة مصير CO_2 المثبتة أثناء مراحل تحويل الطاقة، وضع معلق الصانعة الخضراء في وسط غني بالـ CO_2 المشع ومعرض للضوء النتائج المحصل عليه ممثلة في منحنيات الوثيقة (6).

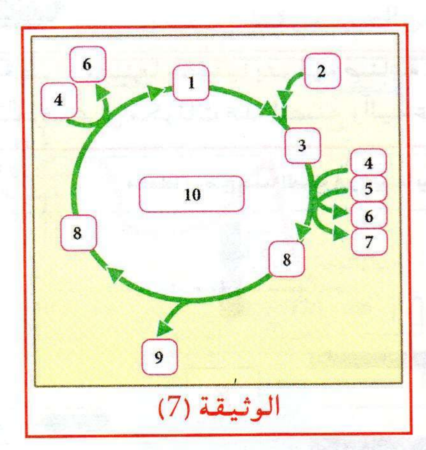
– حلل المنحنى وماذا تستنتج؟

ب – يمثل مخطط الوثيقة (7) نموذج مبسط يلخص الظاهرة الممثلة في الوثيقة (6).

– أكتب البيانات المرقمة.



الوثيقة (6)

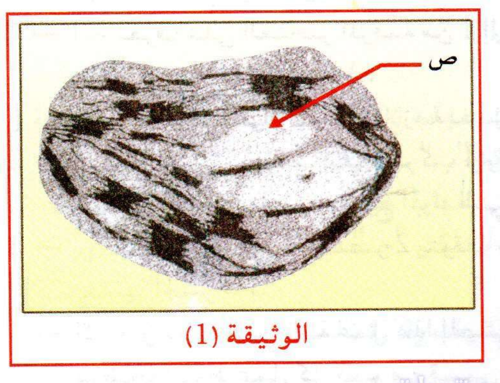


الوثيقة (7)

III – باختصار حدد العلاقة الموجودة بين ظاهرة السؤال I وتلك الموجودة في السؤال II مع رسم تخطيطي.

تمرين 37

I – خلال دراسة أحدى التحولات الطاقوية على مستوى خلية يخضورية، أمكن الحصول على الصانعة الخضراء المسؤولة عن هذا التحول الطاقوي، وما فوق بنيتها موضحة في الوثيقة (1).



الوثيقة (1)

1 – أعد تمثيل العضية برسم تخطيطي عليه أهم البيانات.

2 – تبدي هذه العضية بنية حجيرية. وضح ذلك.

3 – إذا علمت ان العنصر (ص) يأخذ لونا أزرقا بنفسجيا مع ماء اليود. حدد طبيعته الكيميائية.

4 – حدد نوع التحول الطاقوي الذي تؤمنه هذه العضية وعلاقته بالعنصر (ص) المبين في الوثيقة (1).

II — لإبراز دور التيلاكوئيد (كييسات حاملة لليخضور) على مستوى الصانعة الخضراء، أنجزت تجربة على عدة مراحل، شروطها ونتائجها ممثلة في جدول الوثيقة (2).

المراحل	محتوى الوسط الخارجي	الوسط الداخلي	النتيجة
1	وسط مظلم 7 =PH توفر ADP.Pi	PH= 7	عدم فسفرة ADP
2	وسط مظلم 8,5 =PH توفر ADP.Pi	PH= 4	فسفرة ADP
3	وسط مظلم 8,5 =PH توفر ADP.Pi + مادة تخرب الكريات المذنبة.	PH= 4	عدم فسفرة ADP

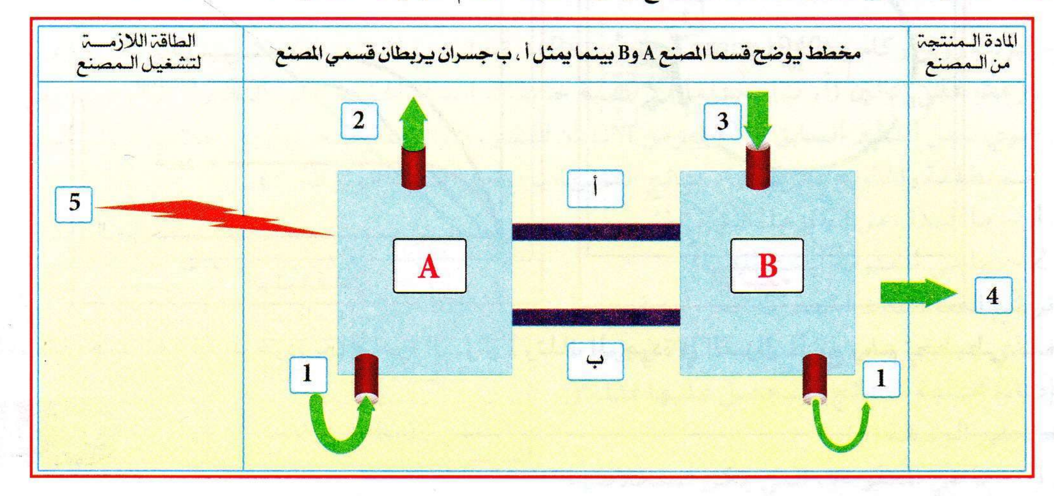
الوثيقة (2)

1 – من النتائج التجريبية، حدد نشاط التيلاكوئيد . هل يوجد نشاط آخر يميز التيلاكوئيد؟ وضح.
2 – علل إنجاز المراحل التجريبية في الظلام.
3 – حلل نتائج المراحل التجريبية.
4 – استخرج شروط الظاهرة المدروسة.
5 – في أية مرحلة من مراحل التركيب الضوئي تتم فسفرة ADP؟ وما أهمية ذلك؟

III — برسم تخطيطي وظيفي وضح معطيات المرحلة التجريبية (2) من جدول الوثيقة (2).

تمرين 38

تمثل الصانعة الخضراء مصنعا حقيقيا يتم فيه صناعة المواد اللازمة لحياة جميع الكائنات الحية انطلاقا من مواد أولية بسيطة قصد التعرف على مكونات هذا المصنع وآلية عمله نقدم الوثيقة التالية :



1 — أ – تعرف على العناصر المرقمة من 1 إلى 5 مع تحديد هوية كل من القسمين A و B.
ب – اذكر مكونات القسم A.
جـ – استنتج المواد الأولية اللازمة لعمل هذا المصنع.

2 — إن قطع الجسر ب يوقف إنتاج المركب 4 ولا يؤثرعلى إنتاج العنصر 2 إلا بعد فترة زمنية.
– فسر هذه النتيجة واستنتج المواد التي ينقلها هذا الجسر.

3 — بين أن استمرار طرح العنصر 2 يتوقف على استمرار إنتاج المركب 4 وسلامة الجسرين. واستنتج المواد التي ينقلها الجسر – أ.

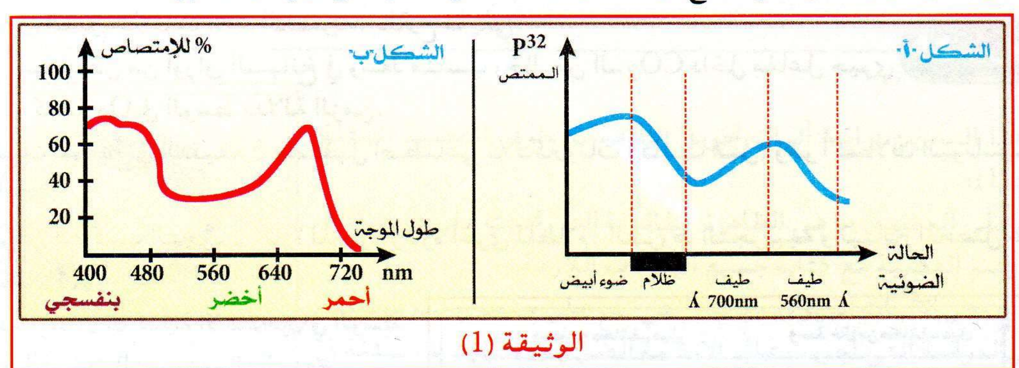
4 — اشرح في نص علمي آلية عمل هذا المصنع مبرزا ما يحدث في كل قسم ودور الجسرين في استمرار عمل هذا المصنع موضحا شروط عمل كل قسم من قسمي المصنع.



5 — ان العنصر 2 يدخل في تركيب كل من المركبين 1 و 3 :
أ – ما هو مصدر العنصر 2 ؟ اثبت ذلك بتجربة . ب – حدد مصدر عناصر المركب 1 في قسم المصنع B.
6 — أ – اكتب المعادلة الكميائية الاجمالية التي تعبر عما يحدث في كل من قسمي المصنع A و B وفي المصنع بكامله.
ب – لماذا حجم السهم الذي يعبر عن المركب 1 في القسم A من المصنع ضعف حجم السهم المعبر عن نفس المركب في القسم B من المصنع؟
جـ – حدد عدد جزيئات المركب 1 الداخلة في تفاعلات المصنع A لصنع جزيئتين من المركب 4.

تمرين 39

لإظهار نشاط الصانعات الخضراء في التحويلات الطاقوية ننجز التجارب التالية:
أ – التجربة الأولى: نضع صانعات خضراء معزولة في وسط يحتوي على ماء (H_2O^{18}) موسوم بـ O^{18} و $ADP + Pi$ وناقل للالكترونات والبروتونات في درجة حرارة ثابتة.
المرحلة أ – إذا عرض المحضر للضوء الأبيض نلاحظ انطلاق $^{18}O_2$ مشع، إنتاج جزيئات R مرجعة(RH_2) وتشكل ATP مع العلم أنه إذا تمت التجربة في الظلام فلا نسجل أي تغير في الوسط.
المرحلة ب – نعيد التجربة بوجود الضوء وفي وسط يكون فقيرا بجزيئات R، فنلاحظ تناقصا سريعا في انطلاق الأكسجين.
1 – فسر النتائج المحصل عليها في المرحلة (أ) بوجود الضوء.
2 – لماذا يتناقص انطلاق الأكسجين في المرحلة (ب) ؟
ب – التجربة الثانية : قصد دراسة إنتاج الـ ATP في الصانعات الخضراء قمنا بعزل هذه الاخيرة ووضعت في وسط مغذي يحوي P^{32} المشع ثم عرضناها للإضاءة المتقطعة فحصلنا على الشكل "أ" من الوثيقة (1)، أما الشكل "ب" من نفس الوثيقة فيمثل نتائج دراسة طيف امتصاص الضوء من قبل اليخضور.

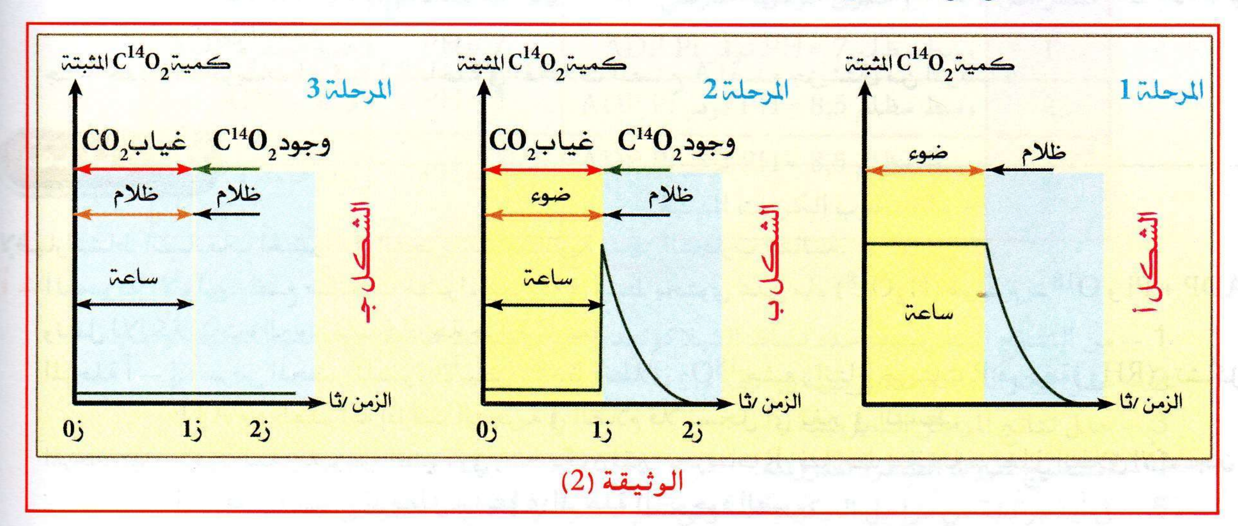


الوثيقة (1)

1 – حلل الشكلين أ و ب.
2 – اعتمادا على معلوماتك فسر منحنى الشكل "أ" مبرزا آلية إنتاج ATP في الصانعات الخضراء.
3 – بين برسم تخطيطي آلية إنتاج الـ ATP في الصانعات الخضراء.
جـ – قام "قافرون" وزملاؤه عام 1951 بالتجربة التالية على مراحل :
– **المرحلة الأولى** : عرض معلق أشنة الكلوريلا للضوء لمدة زمنية معينة مع تزويد الوسط بـ CO_2 مشع، ثم نقل إلى الظلام.
نتائج التجربة موضحة في منحنى الشكل "أ" من الوثيقة (2).
– **المرحلة الثانية** : أعيدت المرحلة الاولى لكن بداية التجربة تمت بغياب CO_2 مدة 1 سا، ثم وضعت الأشنة في وسط يحوي CO_2 مشع وفي الظلام، نتائج التجربة موضحة في الشكل"ب"من الوثيقة (2).
– **المرحلة الثالثة** : أعيدت المرحلة الاولى لكن بداية التجربة تمت بغياب كل من CO_2 والضوء لمدة ساعة، ثم زودنا الأشنة في بـ CO_2 مشع وفي الظلام، نتائج التجربة موضحة في الشكل "جـ" من الوثيقة (2).
1 – حلل منحنى الشكل "أ".
2 – ماذا يحدث في الساعة الأولى من المرحلة الثانية بوجود الضوء وغياب CO_2 (الشكل"ب")؟



3 – ماذا يحدث خلال ز1 – ز2 بوجود CO_2 وغياب الضوء الشكل "ب" من الوثيقة (2)؟
4 – قارن بين نتائج المرحلتين الأخيرتين؟
5 – لماذا اختلفت نتائج المرحلتين الأخيرتين؟
6 – ماذا تستخلص من هذه الدراسة؟



الوثيقة (2)

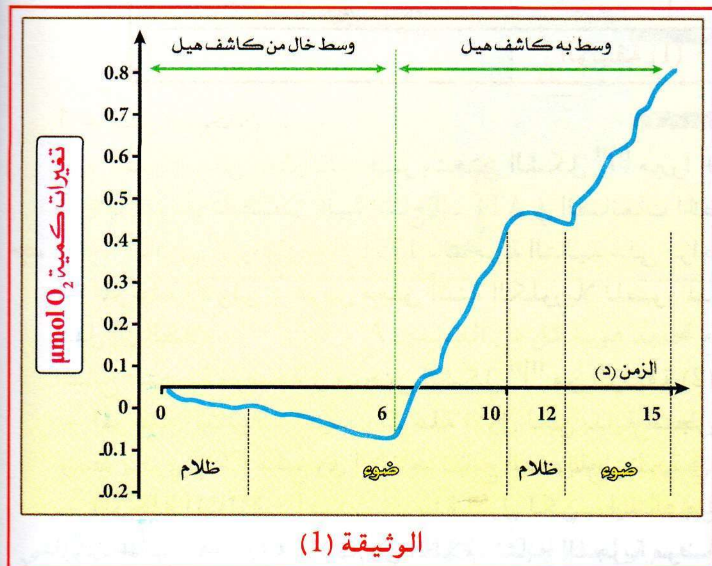
تمرين 40

للخلايا اليخضورية القدرة على اقتناص وتحويل الطاقة الضوئية لتركيب الجزيئات العضوية، وبهدف التعرف على علاقة اقتناص الضوء بتركيب المادة العضوية، نقترح ما يلي:

I – وضع مستخلص من أوراق السبانخ في وسط مناسب وخال من الـ CO_2 داخل مفاعل حيوي الذي يسمح بقياس تغيرات كمية O_2 في الوسط بدلالة الزمن.

– أضيف للوسط في الدقيقة 6 مستقبل اصطناعي للالكترونات (كاشف هيل) وهو أكسالات البوتاسيوم الحديدي (Fe^{+++}).

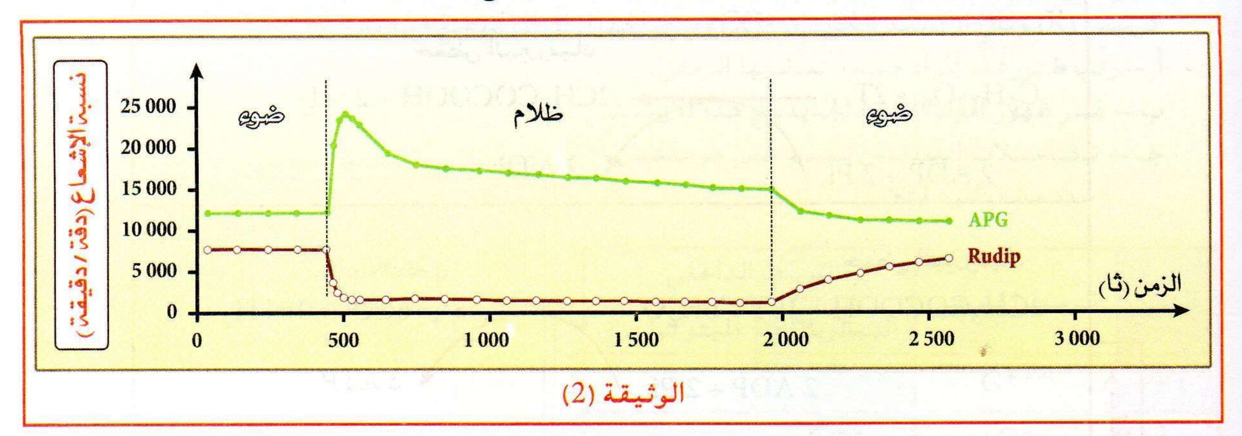
– يعرض التركيب التجريبي تارة للضوء وتارة أخرى للظلام. الشروط التجريبية والنتائج المحصل عليها ممثلة بالوثيقة (1).



الوثيقة (1)

1 – فسر تغيرات كمية الأكسجين في الوسط في الفترتين الزمنيتين التاليتين:
أ – الفترة الممتدة من 0 دقيقة إلى 6 دقائق.
ب – الفترة الممتدة من 6 إلى 12 دقيقة.
2 – باستغلالك للنتائج الممثلة بالوثيقة (1)، استخرج شروط تحرير الأكسجين في الوسط.
3 – بالاستعانة بهذه النتائج ومعلوماتك:
أ – أكتب التفاعل الإجمالي الموافق لانطلاق الـ O_2 والمحفز بالضوء على مستوى الصانعات الخضراء في الظروف الطبيعية، مبينا حدوث تفاعلات الأكسدة والإرجاع.
ب – لخص بواسطة رسم تخطيطي التحولات الطاقوية التي تحدث في هذه المرحلة من التركيب الضوئي.

II — وضعت اشنة الكلوريلا (نبات أخضر وحيد الخلية) في وسط مناسب يحتوي على $^{14}CO_2$ (كربونه مشع) بكمية كافية وثابتة طيلة فترة التجربة، وعرضت تارة للضوء وتارة أخرى للظلام، قدرت نسبة الإشعاع في كل من الريبيلوز ثنائي الفوسفات الـ RudiP (مركب خماسي الكربون) وحمض فوسفوغليسيريك الـ APG (مركب ثلاثي الكربون) طيلة فترة التجربة، الشروط التجريبية والنتائج المحصل عليها ممثلة بالوثيقة (2).



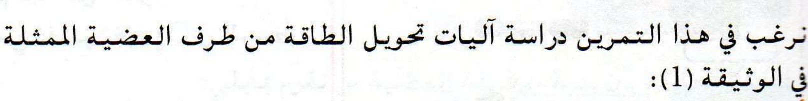
الوثيقة (2)

1 – حلل النتائج المحصل عليها في المجال الزمني من 0 إلى 1900 ثانية.

2 – فسر النتائج المحصل عليها في المجال الزمني 0 إلى 500 ثانية.

3 – باستغلالك لنتائج الوثيقة (2) وباستدلال منطقي، بين وجود علاقة بين كل من الـ APG والـ RudiP.

III — بالاستعانة بالوثيقتين (1) و(2) ومعلوماتك أنجز رسما تخطيطيا وظيفيا تبرز فيه العلاقة بين الظواهر التي تتم في المرحلتين المدروستين.



تمرين 41

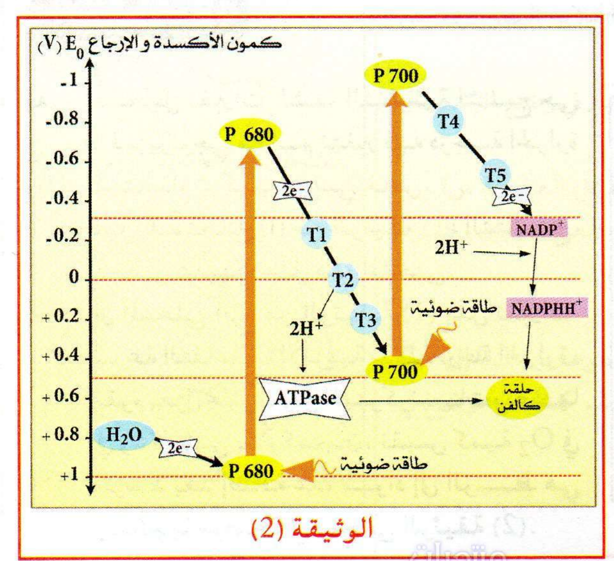

الوثيقة (1)

نرغب في هذا التمرين دراسة آليات تحويل الطاقة من طرف العضية الممثلة في الوثيقة (1):

أ – تعرف على العضية، ما هي الظاهرة الطاقوية التي تحدث على مستواها.

ب – أعد رسم العضية مع كتابة جميع البيانات اللازمة.

جـ – لفهم بعض الآليات البيوكيميائية التي تتم على مستوى هذه العضية نقوم بالدراسة التي أجريت على الأنظمة الضوئية ونتائجها ممثلة في الوثيقة (2).



الوثيقة (2)

1 – حلل الوثيقة وماذا تستخلص حول الآلية الفيزيائية لانتقال الالكترونات في السلسلة التركيبية الضوئية؟

2 – ماذا تستنتج حول آلية عمل الأنظمة الضوئية؟

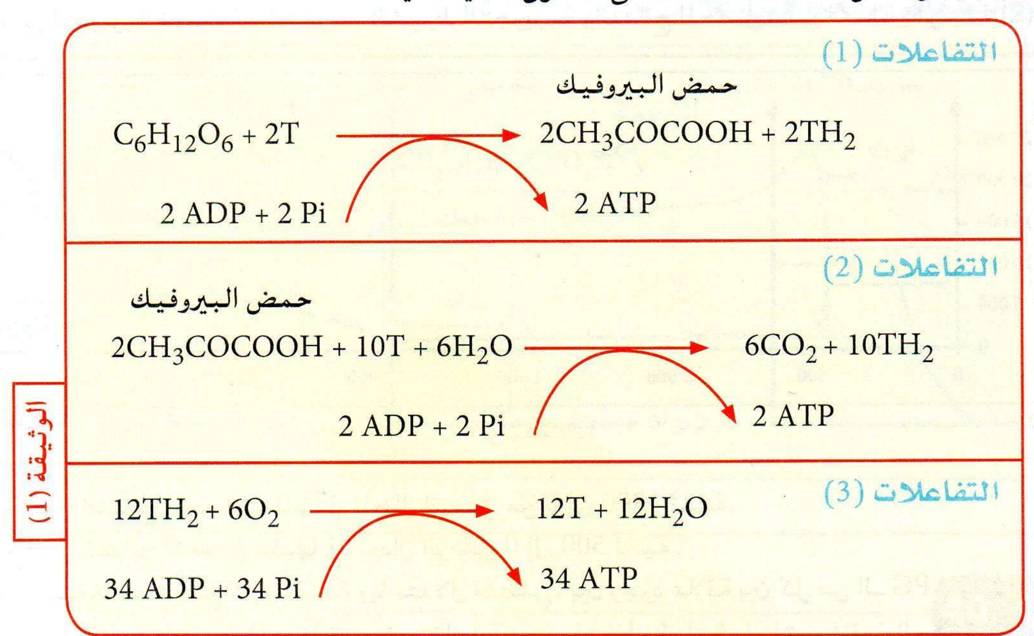
3 – ما هو مصير الالكترونات المتحررة؟ مدعما إجابتك بمعادلات.

4 – ماذا توفر التفاعلات الكيموضوئية لحلقة كالفن؟

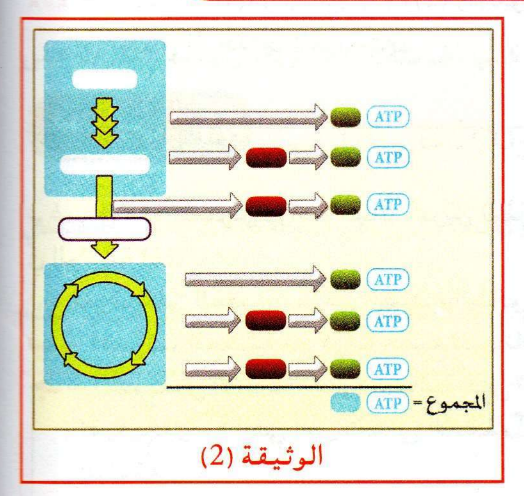
5 – بالاستعانة بما تقدم من هذه الدراسة ومعلوماتك أنجز رسما تخطيطيا وظيفيا متقنا تبين فيه آليتي الظاهرة المدروسة.

تمرين 42

تمثل الوثيقة (1) مجموعة من التفاعلات تحدث على مستوى الخلية الحية.



الوثيقة (1)



الوثيقة (2)

1 — أعط الإسم المناسب لكل من التفاعلات 1 ، 2 ، 3؟

2 — حدد بدقة المستوى الخلوي الذي تتم فيه كل مجموعة؟

3 — حدد من بين هذه التفاعلات تلك التي تفسر تغير O_2 في الوسط.

4 — حدد هوية T في التفاعلات السابقة.

5 — أ – إنطلاقا من معطيات التمرين ومعلوماتك أكمل الفراغات بعد إعادة رسم الوثيقة (2).

ب – ماذا تمثل هذه الوثيقة (2)؟

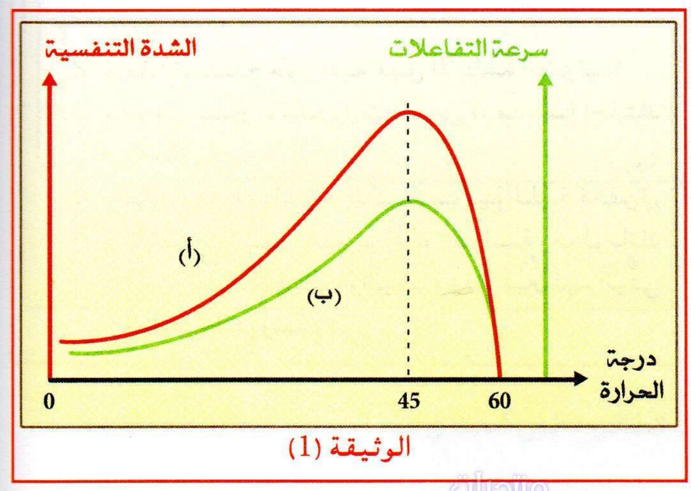
تمرين 43

نقوم بتسجيل تغيرات الشدة التنفسية لنسيج حي في وسط فيزيولوجي ملائم تتغير فيه درجة الحرارة وذلك بإستخدام تركيب تجريبي خاص.

1 — يمثل المنحنى (أ) من الوثيقة (1) النتائج المحصل عليها، حلل هذا المنحنى.

2 — إن المنحنى (ب) من الوثيقة (1) يمثل تغيرات سرعة التفاعلات الإنزيمية بدلالة درجة الحرارة.

نقوم بعزل مجموعة من الميتوكوندريات ونضعها في وسط غني بالأوكسجين، نقيس كمية O_2 في الوسط بعد إضافة عدة مواد إلى الوسط هي ونتائجها موضحة في منحنى الوثيقة (2).



الوثيقة (1)

أ – ما نوع العلاقة بين الشدة التنفسية وسرعة التفاعلات الأنزيمية ودرجة الحرارة؟

ب – حلل منحنى الوثيقة (2). ماذا تستنتج ؟

3 – نقوم بزرع خلايا حية في وسط غني بالأوكسجين ويحوي كمية قليلة من الغلوكوز المشع (G)، بعد ذلك نأخذ عينات في الأزمنة المتتالية ز1، ز2، ز3، ز4 فنلاحظ ظهور مواد مشعة وهي: حمض البيروفيك (P)، احماض حلقة كريبس (K) وثاني اوكسيد الكاربون CO_2 ويبين الجدول الموالي تموضع هذه المواد في الخلية.

أ – رتب ظهورهذه المواد حسب تسلسها الزمني.

ب – فسر ظهور المواد المشعة الجديدة في هذه الاوساط.

جـ – تفاعلات التنفس تتم على مرحلتين، حدد هاتين المرحلتين.

الوثيقة (2)

الزمن	الوسط الخارجي	الوسط الداخلي: الهيالوبلازم	الوسط الداخلي: الميتوكوندري
ز0	G^{+++}		
ز1	G^{+}	G^{++}	
ز2		P^{++}	P^{+}
ز3			P^{+++} K^{+}
ز4	CO_2^{+}		K^{+++}

+ إشعاع ضعيف ++ إشعاع متوسط +++ إشعاع قوي

تمرين 44

لمعرفة العلاقة بين بنية ووظيفة العضية س نقوم بمايلي:

أ – **تجربة :** نقوم بتحضير مزرعتين من خميرة الخبز في إنائين مختلفين يحتوي كل منهما على محلول سكري نسد الإول بإحكام (وسط لا هوائي) ونقوم بتهوية الإناء الثاني بإستمرار (وسط هوائي)، بعد مدة من الزمن، نأخذ عينة من كل إناء ونعالجها بمحلول أخضر جانوس الذي يعتبر ملونا حيويا حيث يكون أخضرا في الحالة المؤكسدة وشفافا في الحالة المرجعة.

كانت النتائج المتحصل عليها كالتالي: ظهور حبيبات ملونة بالأخضر في الخلايا المأخوذة من الوسط الهوائي وعدم ظهورها في الخلايا المأخوذة من الوسط اللاهوائي. قدم تفسيرا للنتائج المحصل عليها؟



الوثيقة (1)

ب – سمحت المشاهدة بالمجهر الإلكتروني النافذ لخلايا الخميرة بوضع الإشكال الموضحة في الوثيقة (1).

1 – قارن بين خلايا الخميرة المأخوذة من الوسطين؟ ماذا تمثل العضية س؟

2 – ما هي الفرضية التي يمكن تقديمها فيما يخص العلاقة بين وجود العضيات س وتهوية وسط الزرع؟

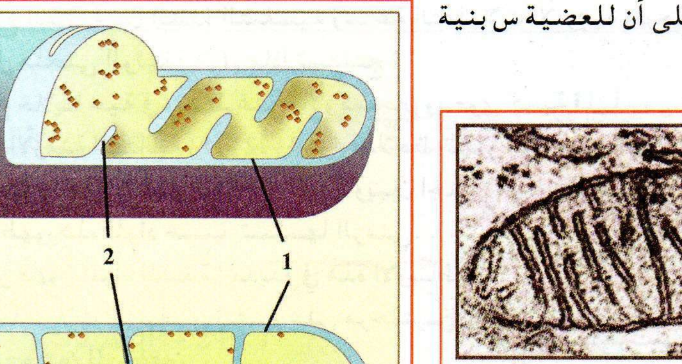
3 – إستنتج إذا مقر الأكسدة التنفسية؟

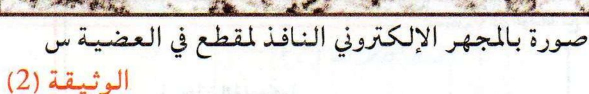
جـ – إن العضيات س يتراوح طولها بين 0,5 إلى 2 ميكرون وقطرها بين 0,1 إلى 0,5 ميكرون، يمكن مشاهدة بنيتها بالمجهر الإلكتروني النافذ. كما هو موضح في صورة الوثيقة (2) وتخطيطات الوثيقة (3).

1 – ضع بيانات الوثيقة (3).

2 – صف في بضعة أسطر بنية العضية س.

3 – إستنتج من ذلك ما يدل على أن للعضية س بنية حجيرية.





صورة بالمجهر الإلكتروني النافذ لمقطع في العضية س

الوثيقة (2)

الوثيقة (3)

د – أعطى التحليل الكيميائي لبعض مكونات الهيولي ولأجزاء من العضية س محصل عليها بتقنية الطرد المركزي النتائج المدونة في جدول الوثيقة (4)، كما توضح الوثيقة (5) توضع بعض هذه المكونات.

المقر / نوع المادة	الهيولى	العضية س		
		العنصر 4	العنصر 1	العنصر 3
البروتينات			% 80	% 50
الدسم			% 20	% 50
مواد الأيض				
حمض البيروفيك	+	+		
الغلوكوز	+	–		
أستيل مرافق الإنزيم (أ)	–	+		
البروتينات و الإنزيمات				
نازعات الهيدروجين	+	+	+	–
نازعات الهيدروجين و الكربوكسيل	–	+	–	–
نواقل الإلكترونات	–	–	+	–
ATP Synthase	–	–	+	–
مضخات البروتونات	–	–	+	–
+ موجود		– غير موجود		

الوثيقة (4)

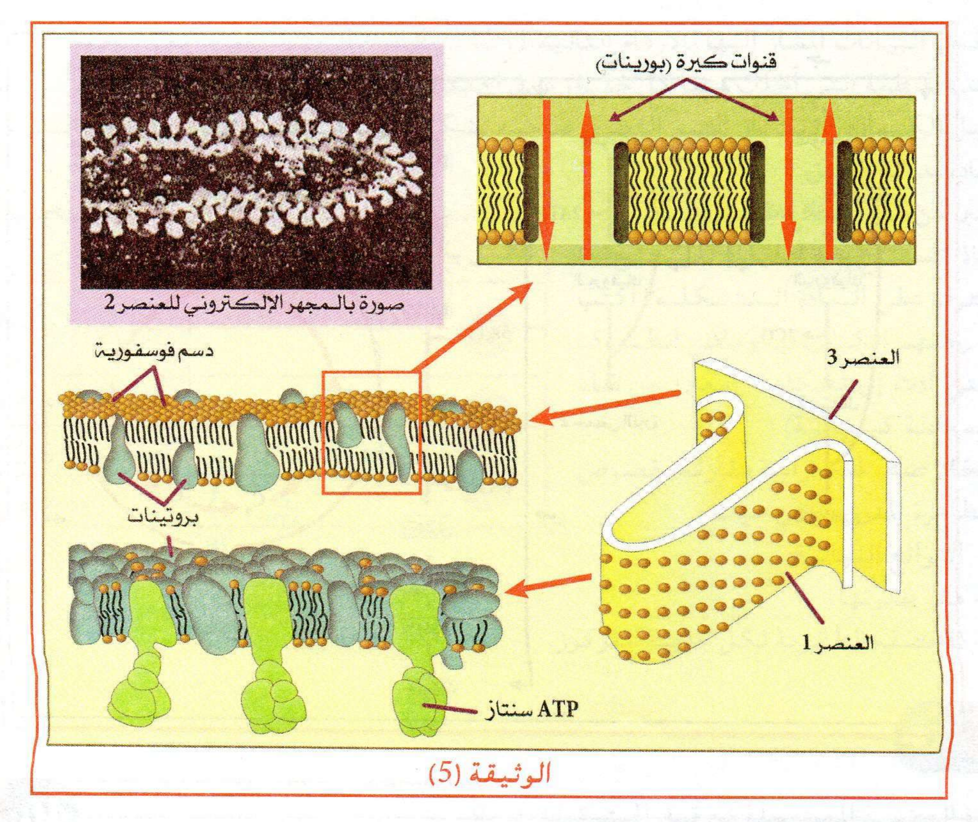
بالإعتماد على جدول الوثيقة (4) وأشكال الوثيقة (5).

1 – قارن بين مكونات كل من العنصر 1 والعنصر 3 للعضية س؟ ماذا تستخلص؟

2 – قارن بين بنية مكونات كل من العنصر 1 والعنصر 4 للعضية س؟ ماذا تستخلص؟

3 – إن وظيفية اية عضية مرتبطة أساسا بتركيبها الكيميائي، ماذا يمكن قوله حول وظيفة كل من العنصر 4 والعنصر 1 للعضية س؟





الوثيقة (5)

هـ – يمكن تلخيص التفاعلات الكيميائية للتنفس في المعادلة الإجمالية التالية:

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \longrightarrow 6CO_2 + 12H_2O + \text{طاقة}$$

(1) ، (2)

1 – إستخلص من المعادلة نوع التفاعل الذي حدث في 1 و 2؟

2 – إستنتج من المعادلة طبيعة تفاعلات ظاهرة التنفس؟

تمرين 45

1 – إن تزويد خميرة الخبز بغلوكوز مشع O^{18} أو C^{14} يؤدي إلى طرح CO_2 مشع في كلتا الحالتين، في حين إستعمال الغلوكوز العادي في وسط حيوي O_2^{18} (مشع) نلاحظ تشكل ماء مشع في مستوى خلايا الخميرة.

– فسر هذه النتائج.

2 – إن إستعمال الغلوكوز من قبل الخلايا الحية تكون وفق أحد الطرق الممثلة في الرسوم التخطيطية في الصفحة الموالية:

إن المرحلة (س) مشتركة بين المظاهر الثلاثة الممثلة بالمخططات أ، ب، جـ في حين (ع) و(ص) خاصتان بالظاهرة الممثلة بالمخطط أ.

أ – تعرف على المراحل س، ص، ع وحدد مقر حدوث كل مرحلة على المستوى الخلوي.

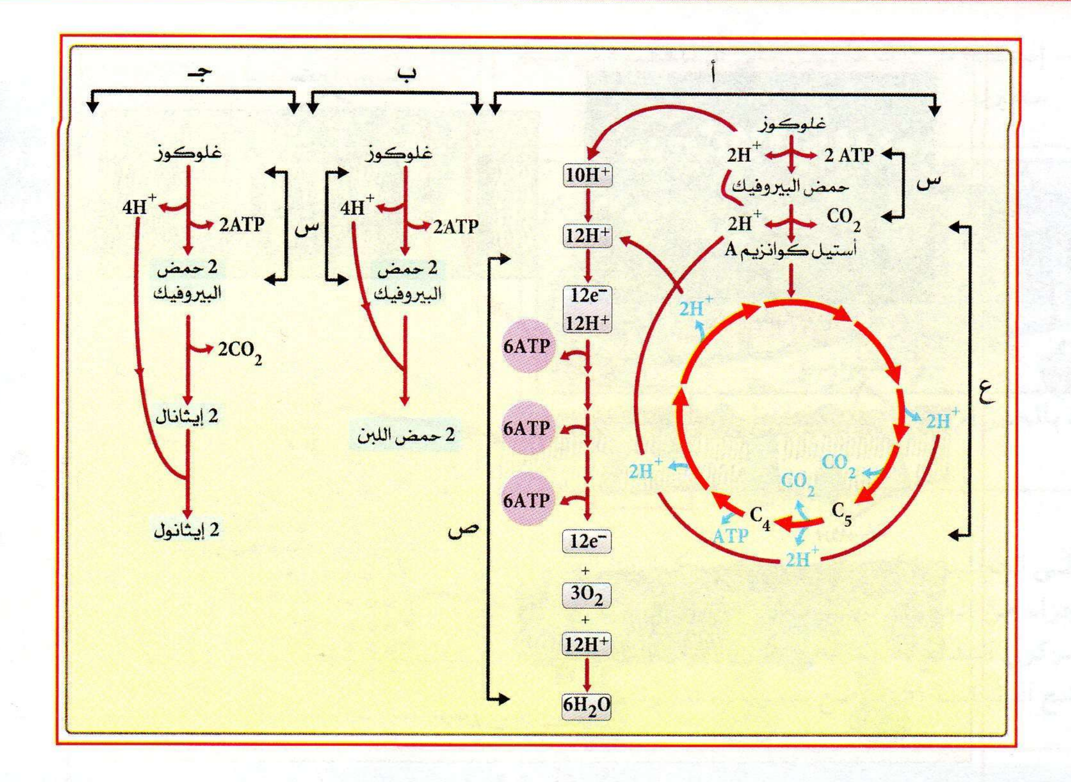
ب – حدد المستوى الخلوي الذي يتم فيه تفاعلات الظاهرة الممثلة في ب.

جـ – تعرف على الظواهر أ ، ب ، جـ مع التعليل.

3 – أ – احسب المردود الطاقوي للظواهر أ، ب، جـ إذا علمت أن مول واحد من الغلوكوز تحمل طاقة مقدارها 2860 كيلوجول وأن مول واحد من الـ ATP تحمل طاقة مقدارها 30,5 كيلوجول.

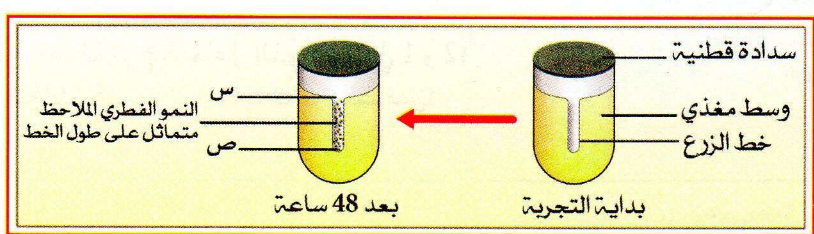
ب – ما مصير ما تبقى من الطاقة في الظاهرة "جـ"؟ علل إجابتك.





تمرين 46

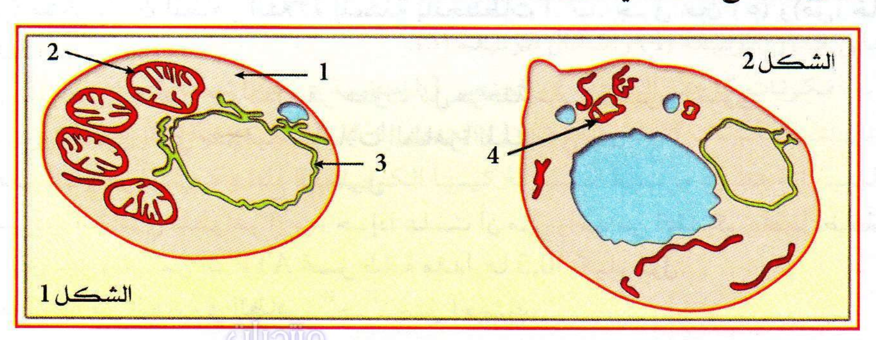
أ – نصب في أنبوب إختبار نظيف كمية من وسط مغذي إصطناعي يحتوي على مادة الأغار Agar بنسبة 2 % (وسط هلامي) وغلوكوز بنسبة 12 % (عامل مغذي)، و بعد ذلك تغرس فيه و بشكل عمودي إبرة تشريح سبق غمسها في معلق الخميرة، ثم يوضع الأنبوب في مكان درجة حرارته 37 م° وبعد مضي 48 ساعة حصلنا على النتائج الموضحة في الوثيقة التالية :



1 – ماذا يمكنك إستنتاجه بخصوص وسط معيشة فطر الخميرة؟ علل إستنتاجك.

2 – ماذا تستنتج بخصوص كمية الغلوكوز على طول خط الزرع علما وأن النمو كان بنفس المعدل على طول خط الزرع؟ لـماذا؟

ب – نهتم الآن بدراسة النمو الفطري الـملاحظ، نأخـذ عينتين من الخميرة من الـمنطقتين (س، ص) والفحص بالمجهر الإلكتروني اعطى النتائج المبينة في الوثيقة الموالية :





1 – أكتب البيانات المشار إليها بالأرقام التالية 1، 2، 3، 4.

2 – حدد المنطقة التي أخذت منها كل خلية، علل إجابتك.

جـ – التحليل الكيماوي أثبت بأن النمو الفطري صاحبه تشكيل مادة كيميائية مميزة، والجدول التالي يتضمن كمية تلك المادة بدلالة العمق :



العمق بالسم إبتداءا من السطح	كمية المادة (بالملغ)
0	0
1	0,7
2	1,3
4	2,5
7	4,2

1 – عبر عن هذه النتائج بمنحنى بياني.

2 – ماذا تستنتج بعد تحليلك للمنحنى؟

3 – تعرف على المادة المتشكلة، أكتب صيغتها الكيميائية وماهي الظروف التي أدت إلى تشكلها؟ (معبرا عن ذلك بمعادلة كيميائية).

4 – **كخلاصة:** قدم دراسة مقارنة بخصوص الظاهرة المدروسة من حيث :

– النواتج النهائية.

– مقر حدوثها.

– المحصلة الطاقوية لكل جزيئة غلوكوز.

تمرين 47

لمعرفة الركيزة العضوية المستعملة من قبل الميتوكوندري نقوم بالتجارب التالية:

أ – تجربة 1: لغرض التعرف على مادة الأيض المستعملة من طرف الميتوكوندري تم عزل ميتوكوندري من خلايا كبد الجرذ بإستعمال تقنية الطرد المركزي فائق السرعة، تم وضع الميتوكوندري المعزولة في وعاء المفاعل الحيوي المغلق بإحكام و المحتوي على محلول منظم، تم قياس كمية الأكسجين داخل الوعاء عن طريق لاقط الأكسجين ضمن تركيب تجريبي مدعم بالحاسوب تمت إضافة مواد أيض مختلفة عند الأزمنة:

$ز_1$ = 1 د إضافة الغلوكوز.

$ز_2$ = 2 د إضافة حمض البيروفيك.

نتائج التجربة موضحة في منحنى الوثيقة (1).

– حلل المنحنى، ماذا تستنتج حول مادة الأيض المستعملة من طرف الميتوكوندري؟

تركيز الـ O_2

$ز_1$: إضافة الغلوكوز

$ز_2$: إضافة حمض البيروفيك

الزمن (بالدقائق)

الوثيقة (1)

ب – تجربة 2: يعتبر حمض البيروفيك أحد نواتج التحلل السكري للغلوكوز، لإظهار على أي مستوى من الخلية يتم التحلل السكري؟ و ما هو مصير حمض البيروفيك؟ نقوم بالتجربة التالية:

نحضر مزرعتين من خميرة الخبز في إناءين مختلفين يحتوي كل منهما على سكر الغلوكوز المشع (G^*)، نسد الإناء الأول بإحكام (وسط لا هوائي) ونقوم بتهوية الإناء الثاني بإستمرار (وسط هوائي).

يتم تتبع ظهور الإشعاع داخل خلايا الخميرة على فترات زمنية مختلفة، النتائج موضحة في الجدولين (أ و ب) من الوثيقة (2) في الصفحة الموالية.

P^* = حمض البيروفيك المشع و A_1^* و A_2^* و A_3^* = نواتج مشتقة مشعة من حمض البيروفيك.

1 – حلل النتائج التجريبية في الجدولين (أ ، ب)؟ ماذا تستخلص؟

2 – حدد في أي ظرف تم الحصول على الجدولين (أ و ب)؟

3 – حدد مصير و مقر تحول حمض البيروفيك في الحالتين؟





الجدول (أ)

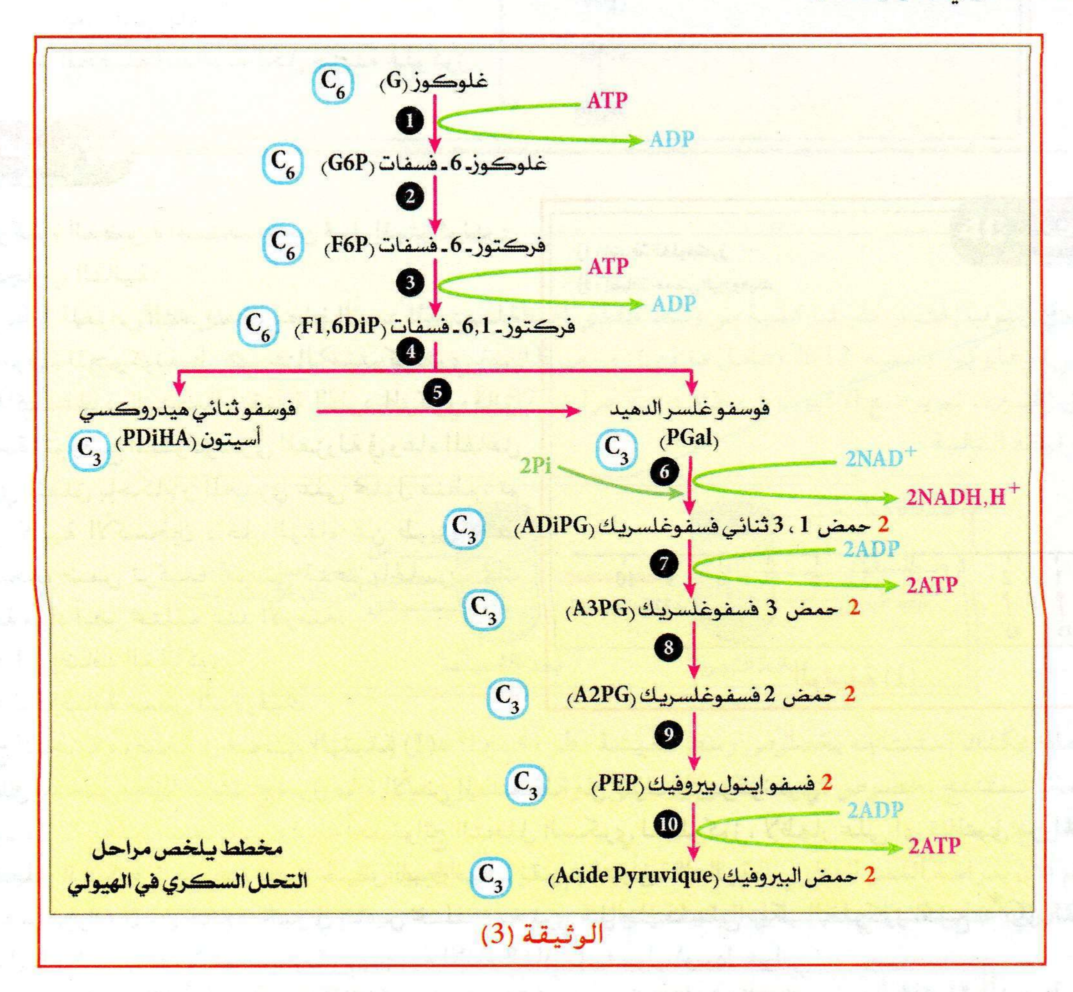
الزمن	الوسط	الهيولى	الميتوكوندري
ز$_0$	G^*		
ز$_1$	G^*	G^*	
ز$_2$		P^*	P^*
ز$_3$			$A_1^* + P^*$
ز$_4$	$^*CO_2$		A_3^*

الجدول (ب)

الزمن	الوسط	الهيولى	الميتوكوندري
ز$_0$	G^*		
ز$_1$	G^*	G^*	
ز$_2$		P^*	
ز$_3$		$A_2^* + P^*$	
ز$_4$	$^*CO_2$	A_2^*	

الوثيقة (2)

جـ – يتحلل الغلوكوز تدريجيا بوجود أنزيمات خاصة إلى حمض البيروفيك خلال سلسلة من التفاعلات كما يبينه المخطط الموالي (الوثيقة 3).



الوثيقة (3)

1 – مثل التفاعلات 1، 3، 6، 7 و10 بمعادلات بسيطة؟

2 – إستنتج نوع التفاعل الذي حدث في كل حالة إعتمادا على الحالات التالية : أماهة ATP، تركيب ATP، تفاعلات أكسدة وإرجاع؟

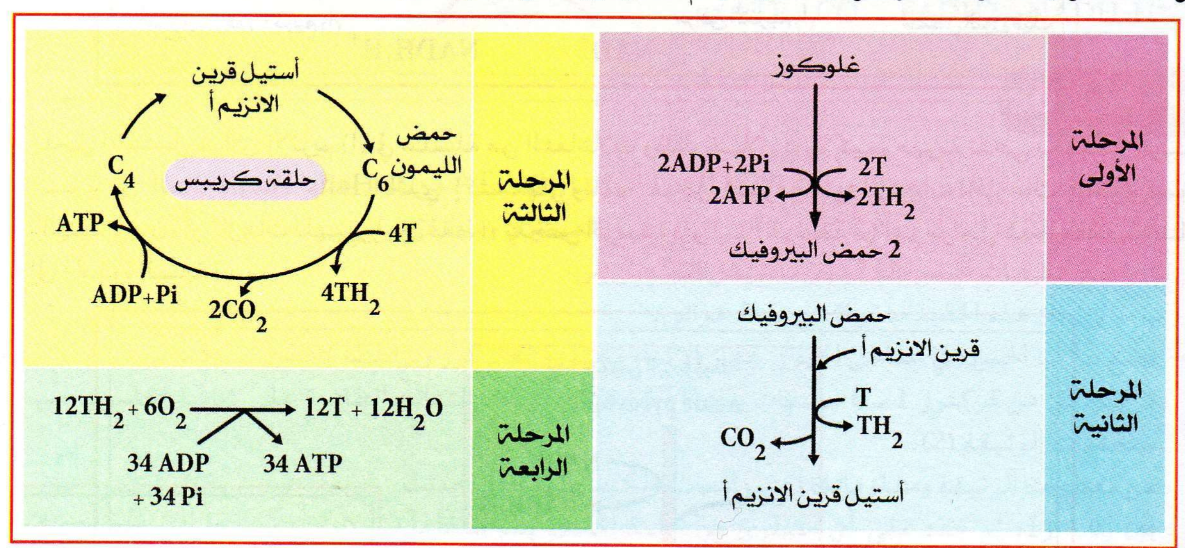
3 – هل حصيلة عدد ATP إيجابية أم سلبية؟ علل إجابتك؟

4 – لخص تفاعلات التحلل السكري في معادلة إجمالية بسيطة؟



تمرين 48

يمثل مخطط الوثيقة الموالية المراحل الأساسية لهدم الغلوكوز داخل الخلية الحية.



1 — حدد المستوى الخلوي الذي تتم فيه كل مرحلة من المراحل الاربعة.

2 — حدد هوية T في المرحلة الأولى وأكتب التفاعل الذي يحدث في مستواه.

3 — حدد المراحل المشتركة بين التنفس الهوائي والتخمر.

4 — ما هو مصير الـ O_2 الممتص في عملية التنفس.

5 — أحسب الحصيلة الطاقوية للهدم الكلي للغلوكوز.

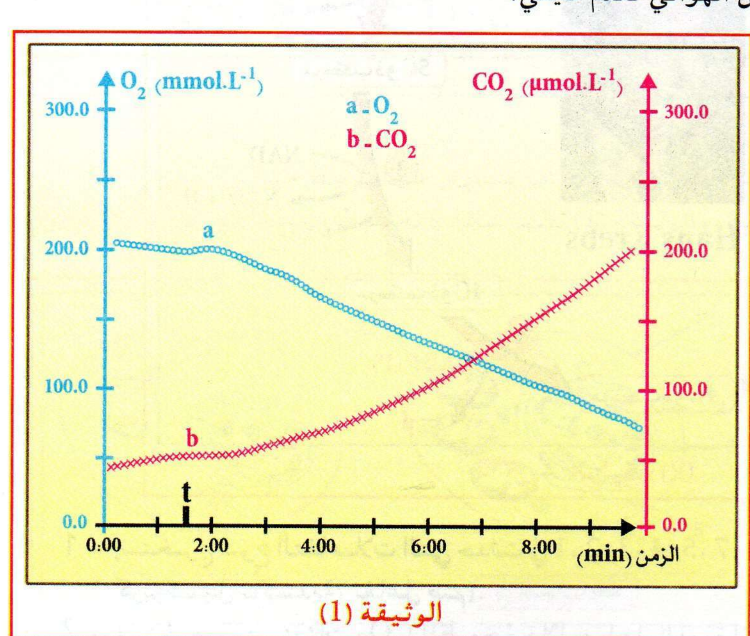
6 — أحسب المردود الطاقوي لكل من التنفس والتخمر إذا علمت أن مول غلوكوز يحوي 2860 kj ومول ATP يحوي 30,5 kj.

تمرين 49

لمتابعة مراحل تفكك حمض البيروفيك في التنفس الهوائي نقدم مايلي:

أ — تم وضع معلق من الميتوكوندري في وسط غني بالأوكسجين في جهاز الـ EXAO ثم حقنت كمية من حمض البيروفيك في الزمن (t). تم قياس تركيز الأكسجين وثاني أكسيد الكربون عن طريق لاقطين، النتائج المتحصل عليها مبينة في الوثيقة (1).

– حلل منحنى الوثيقة (1)، ماذا تستنتج؟

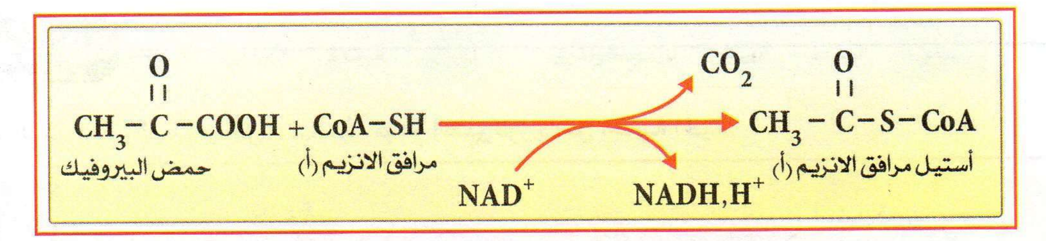


الوثيقة (1)

ب — بينت التجارب أن تحويل حمض البيروفيك إلى أستيل مرافق إنزيم (أ)، يتم بواسطة معقد إنزيمي كبير يقوم بنزع الهيدروجين وثاني أكسيد الكربون وفق المعادلة الموجودة في الصفحة الموالية :

– ماذا تمثل هذه الخطوة للمرحلة اللاحقة ولماذا تكتب معها؟





جـ – يدخل الأستيل مرافق الإنزيم (أ) في سلسلة من التفاعلات وذلك خـلال دورة كيموحيوية تدعى بحلقـة كريبس (نسبة إلى العالم Hans Krebs الذي إكتشفها) وذلك بتدخل مجموعة من الإنزيمات (نازعات الكربوكسيل والهيدروجين، أو نازعات للهيدروجين فقط)، تلخص الوثيقة الموالية (الوثيقة 2) أهم مراحل هذه الحلقة بالإضافة إلى الخطوة السابقة ب.

حمض البيروفيك
C_3 (Acide pyruvique)
CoA
NAD^+
$NADH,H^+$
أ
CO_2
أستيل مرافق الانزيم أ
C_2 (Acetyl CoA)
CoA
1
مركب ذو 6C
NAD^+
$NADH,H^+$
2
CO_2
مركب ذو 5C
3
NAD^+
$NADH,H^+$
CO_2
مركب ذو 4C
4
ADP+Pi
ATP
مركب ذو 4C
5
$FADH_2$
FAD
مركب ذو 4C
6
مركب ذو 4C
7
NAD^+
$NADH,H^+$
مركب ذو 4C
Hans Krebs

الوثيقة (2)

1 – إستخـرج نـوع التفاعـلات التي حدثت في 1، 2، 3، 4، 5، 7، 8 (تركيب ATP، تفاعلات أكسـدة، تفاعـلات كربوكسيل تأكسدية، تفاعل ضم).

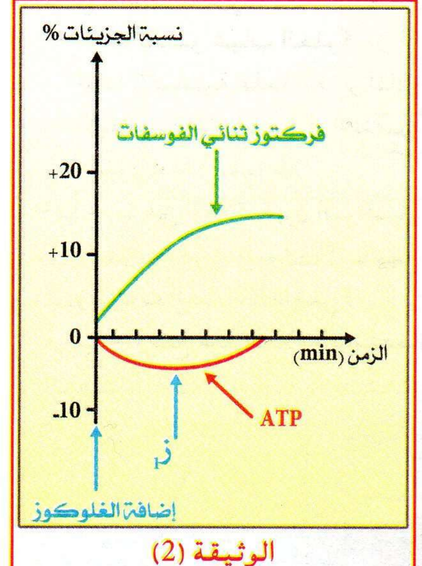
2 – إستخرج عدد جزيئات CO_2 المطروحة خلال مراحل الدورة إنطلاقا من جزيئة غلوكوز واحدة؟



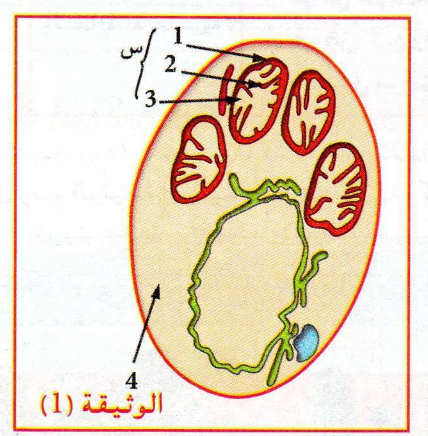
3 – حدد عدد و نوع المرافقات الإنزيمية المرجعة خلال حلقة كريبس واحدة؟
4 – لخص معادلات الوثيقة (2) في معادلة إجمالية بسيطة واحدة.
د – أستنتج الحصيلة الاولية للتحلل السكري وحلقة كريبس إنطلاقا من جزيئة غلوكوز (تشمل الحصيلة عدد $NADH.H^+$ ، FADH2 ، CO_2 ، ATP).

تمرين 50

نريد من هذه الدراسة إظهار بعض جوانب الآلية المؤدية إلى إنتاج الـ ATP من قبل خلايا الخميرة.
1 – تمثل الوثيقة (1) ما فوق بنية الخميرة التي تستطيع العيش في وسط لا هوائي.
أ – ضع البيانات حسب الترقيم و ماذا يمثل العنصر (س).
ب – بين بأن هذه الخلية مأخوذة من وسط هوائي.
2 – نضع خلايا الخميرة في المفاعل الحيوي لجهاز الإكزاو يحتوي الغلوكوز وبواسطة لاقطين تمكنا من دراسة تغيرات تركيز كل من فركتوز 1 ـ 6 فوسفات والـ ATP بدلالة الزمن والنتائج الظاهرة على شاشة الحاسوب مبينة في منحنيات الوثيقة (2).
من معطيات الوثيقة ومعلوماتك أكتب المعادلة الكيميائية التي حدثت بين ز0 – ز1، ثم حدد على أي مستوى من خلية الخميرة يتم التفاعل السابق.
3 – عبر بتفاعل كيميائي إجمالي ما يحدث على مستوى كل من العناصر 2، 3 من الوثيقة (1).
4 – لماذا يطلق على التفاعلات التي تحدث على مستوى العنصر 2 بتفاعلات الأكسدة والإرجاع؟



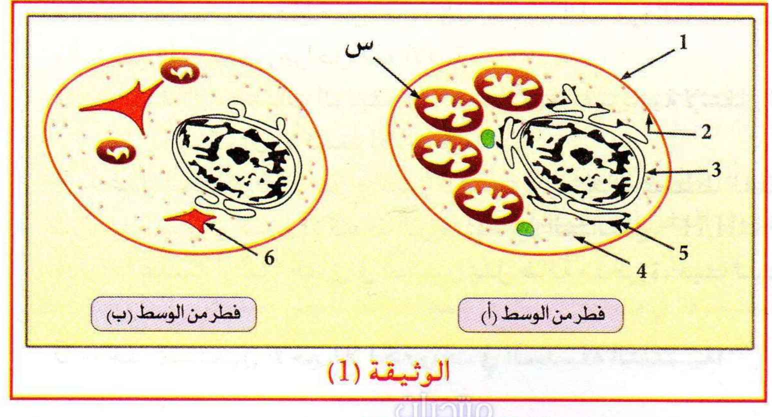
الوثيقة (2)



الوثيقة (1)

تمرين 51

الخميرة فطر مجهري وحيد الخلية عديم اليخضور، بنيته وإنتاجه للطاقة يتغيران حسب وسط حياته.
أ – زرعت فطريات الخميرة في وسطين مختلفين (أ ، ب)، والوثيقة (1) تظهر شكلين تخطيطيين أخذا عن المجهر الإلكتروني لفطر الخميرة من الوسطين المذكورين.
1 – أكتب بيانات العناصر المرقمة من الوثيقة (1).
2 – ماذا يمكنك أن تستنتج من التحليل المقارن للشكلين (أ) و(ب)؟
3 – حدد إذن الإختلاف بين طبيعة الوسطين (أ) و(ب).
ب – التحليل الكيميائي للوسطين (أ ، ب) مكننا من تسجيل النتائج المدونة في الجدول الموالي:



الوثيقة (1)

الوسط ـ ب ـ	الوسط ـ أ ـ	المادة (المنتجة - المستعملة)
0	0,75 ل	حجم الأكسجين (O_2) المستعمل
0,24 ل	0,74 ل	حجم ثاني أكسيد الكربون (CO_2) الناتج
0,46 غ	0	كتلة الإيثانول الناتجة
1 غ	1 غ	كتلة الغلوكوز المستعملة
0,02 غ	0,6 غ	كتلة الخميرة المنتجة

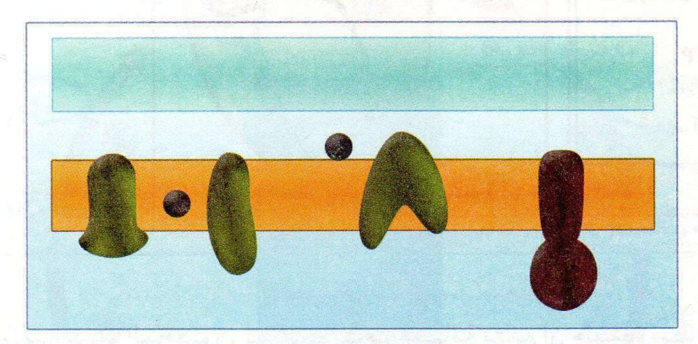
1 – فسر نتائج الجدول.
2 – قارن بين نسبة نمو الخميرة في الوسطين أ ، ب.
3 – أكتب المعادلات الكيميائية الإجمالية المناسبة لكل وسط.

تمرين 52

يبين الجدول الموالي التركيب الكيميائي لأجزاء من الميتوكوندري.

الجزء	التركيب الكيميائي
الغشاء الخارجي	– 40 % فوسفوليبيد – 60 % بروتينات (تركيب مشابه للغشاء الهيولي)
الغشاء الداخلي	– 80 % بروتينات – عدة إنزيمات منها ATPase
المادة الاساسية	– عدة إنزيمات. – نواقل للإلكترونات والبروتينات. – حمض البيروفيك – أستيل مرافق الانزيم ـ أ ـ

1 – حسب هذا الجدول ماذا تستنتج فيما يخص الأجزاء الاكثر نشاطا في الميتوكوندري؟
2 – كيف تفسر غياب الغلوكوز في المادة الاساسية علما أنه هو المادة الإيضية الإساسية في التنفس الخلوي؟
3 – أ – ما هي العلاقة بين النواقل الموجودة في المادة الإساسية وأنزيمات الغشاء الداخلي؟
ب – وضح هذه العلاقة بإستعمال رسم الوثيقة الموالية بعد إعادة نقله وكتابة البيانات عليه.

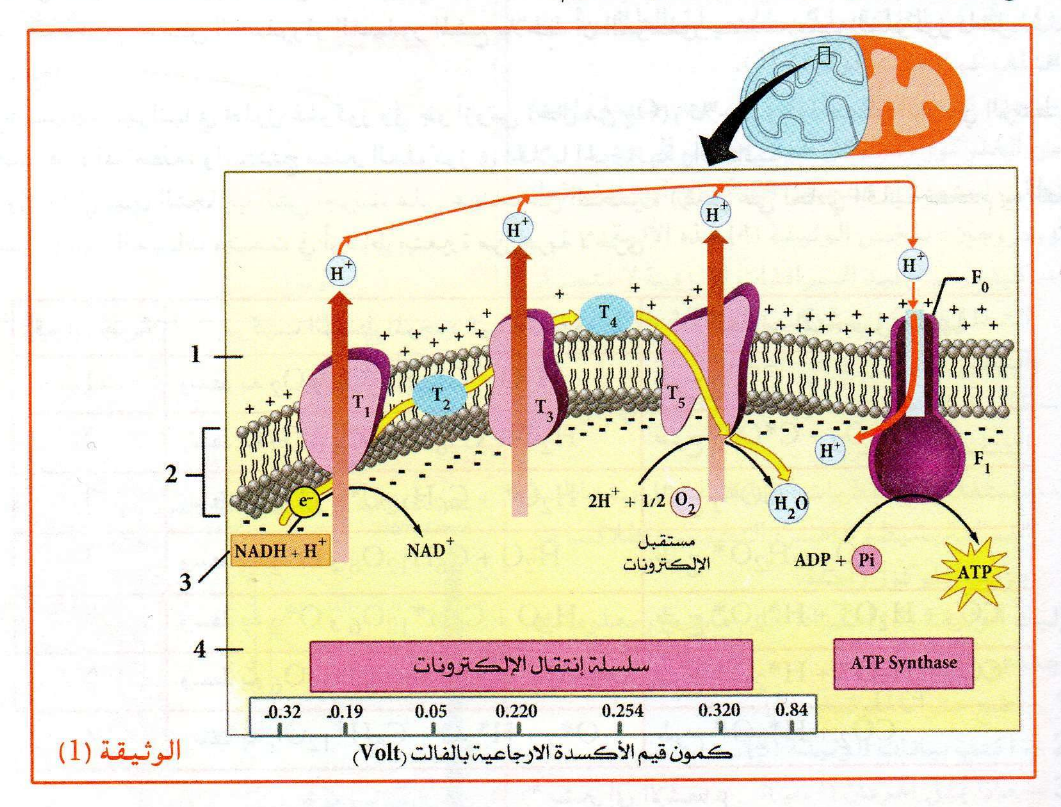


تمرين 53

أ – مكنت الدراسات المختلفة من تحديد آلية حدوث الفسفرة التأكسدية على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري والوثيقة (1) تلخص مراحل هذه الآلية :
1 – بإستغلال معطيات الوثيقة (1) حدد الآلية الفيزيائية لإنتقال الإلكترونات في السلسلة التنفسية، معتمدا على قيم كمون الأكسدة الإرجاعية.
2 – علل إنخفاض PH خارج الميتوكوندريا بالإستعانة بمخطط الفسفرة التاكسدية؟
3 – أحسب فرق كمون الاكسدة الإرجاعية بين الثنائيتين $NAD^+/NADH,H^+$ والناقل T_2. ماذا تستنتج؟
4 – إذا علمت أن هذا الفرق في الكمون يمثل طاقة متحررة، فيما تستعمل هذه الطاقة مستعينا بمخطط الفسفرة التاكسدية؟
5 – حدد المستقبل الاخير للإلكترونات في السلسلة التنفسية؟



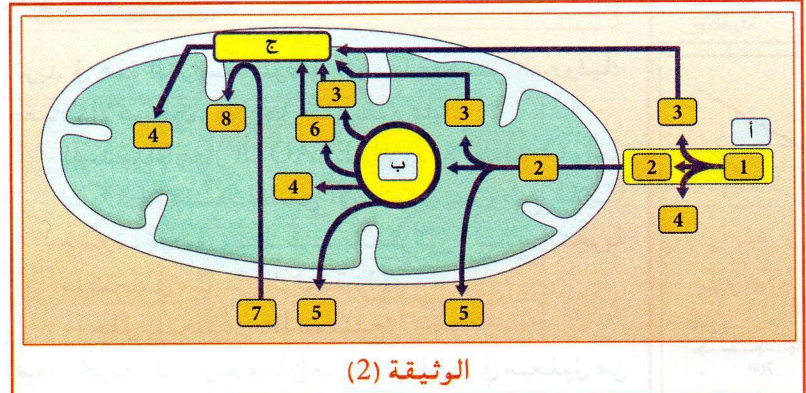
6 – ضع البيانات على الوثيقة (1) حسب الترقيم؟



الوثيقة (1)

ب – إذا علمت ان الطاقة المتحررة من اكسدة $NADH.H^+$ تعادل 3ATP وأن الطاقة المتحررة من أكسدة FADH2 تعادل 2ATP، أحسب الحصيلة الطاقوية القابلة للإستعمال (عدد جزيئات الـ ATP) الناتجة من هدم جزيئة من الغلوكوز في الوسط الهوائي؟

جـ – تمثل الوثيقة (2) رسما تخطيطيا يوضح مختلف تفاعلات تحويل الطاقة الكامنة إلى طاقة قابلة للإستعمال في وسط هوائي.



الوثيقة (2)

إنطلاقا من المعلومات المتوصل إليها ومعلوماتك:

1 – ضع عنوانا للوثيقة (2).

2 – اكتب بيانات الوثيقة (2).

3 – ماذا تمثل الاحرف (أ ، ب، ج)؟

د – أنجز مخططا تلخص فيه مجموع الظواهر السابقة لتحويل الطاقة الكيميائية في الوسط الهوائي واللاهوائي.

تمرين 54

1 – تعالج خلايا حيوانية بأخضر جانوس (اخضر في حالة الاكسدة وعديم اللون في حالة الإرجاع)، نلاحظ زوال لون اخضر جانوس في كل أجزاء الخلية، ماعدا في مستوى المصورات الحيوية (الميتوكوندريات).

– ماذا تستنتج فيما يخص مقر الاكسدة الخلوية؟

2 – إن قياس الشدة التنفسية لخميرة الخبز الموجودة في محلول سكري عند إضافة حمض الفسفور H_3PO_4 يعطي النتائج التالية :

– إزدياد الشدة التنفسية.



– نقص كمية الغلوكوز وحمض الفسفور في الوسط.
وعند إستخدام حمض الفسفورذو الفسفور المشع يلاحظ أن الفوسفور يتثبت على الغلوكوز داخل الخلية. ماذا تستنتج؟

3 – نزرع نسيجا حيوانيا في محلول غلوكوز وفي جو أزوتي (خال من O_2)، نلاحظ وجود حمض اللبن في الوسط.
– فسر هذه الملاحظة، واستنتج مصير الغلوكوز في الخلايا الحيوانية والنباتية.

4 – الجدول التالي يبين التجارب التي أجريت على عينات من الخميرة (كائن حي احادي الخلية تنعدم به الصانعات الخضراء) هذه العينات وضعت في أوساط متغيرة من تجربة لاخرى.

رقم التجربة	تركيب الوسط الموجود فيه الخميرة	النتائج المتحصل عليها
1	وسط به O_2 و $H_2O + C^*{}_6H_{12}O_6$	طرح C^*O_2
2	وسط به O_2 و $H_2O + C^*{}_6H_{12}O^*{}_6$	طرح $C^*O_2 + C^*O^*{}_2$
3	وسط به O_2 و $H_2O^* + C_6H_{12}O^*{}_6$	طرح $CO^*{}_2$
4	وسط به $O^*{}_2$ و $H_2O + C_6H_{12}O_6$	طرح $CO_2 + H_2O^*$
5	وسط به $O^*{}_2$ و $H_2O + C_6H^*{}_{12}O_6$	طرح $CO_2 + H_2O^* + H^*{}_2O^*$
6	وسط به $O^*{}_2 + H^*{}_2O + C_6H_{12}O_6$	طرح $CO_2 + H_2O^* + H^*{}_2O^*$
7	وسط به $O^*{}_2 + H^*{}_2O + C_6H^*{}_{12}O_6$	طرح $CO_2 + H^*{}_2O^*$

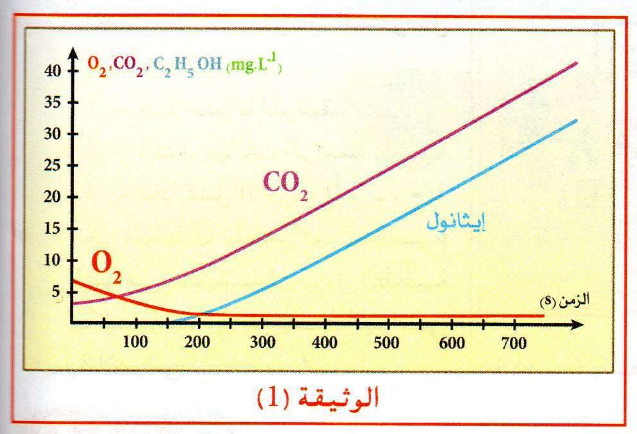
* يشير إلى الإشعاع

أ – من كل تجربة إستخرج العلاقة بين المواد المستهلكة و المواد المطروحة.
ب – أكتب المعادلة الكيميائية الإجمالية التي تعبر عن هذه الظاهرة؟ ما هو مقرها؟

تمرين 55

نريد في هذه الدراسة التوصل إلى مصير حمض البيروفيك بغياب الاكسجين، من أجل ذلك نقوم بمايلي:

أ – بإستخدام جهاز الـ EXAO والمزود بلاقط لـ O_2 وآخر لـ CO_2 ولاقط لقياس الإيثانول، يتم وضع خلايا خميرة الخبز في وسط غني بالغلوكوز، نتائج التجربة موضحة في منحنى الوثيقة (1).
– حلل المنحنى، ماذا تستنتج؟



الوثيقة (1)

ب – تجربة: تم توزيع معلق من خميرة الخبز في محلول من الغلوكوز (0,2 غ/ل من الخميرة و5 غ/ل من الغلوكوز) في إناءين موضوعين في حمام مائي في 30° م.
يتم تهوية الإناء الاول بإستمرار لتوفير الاكسجين، تستهلك الخميرة في الإناء الثاني الاكسجين المتواجد في بداية التجربة (يصبح الوسط بعد ذلك لا هوائيا)، نأخذ عينات من الوسط على فترات زمنية منتظمة (كل 20 دقيقة) لقياس تطور كتلة الخميرة والنتائج موضحة في منحنيات الوثيقة (2).

ملاحظة: يرتكز هذا القياس على مبدأ بسيط حيث ان شفافية الوسط تقل بزيادة عدد الخلايا في وحدة الحجم.

1 – حلل نتائج التجربة، ماذا تستنتج حول مردود إنتاج الخميرة في الحالتين؟
2 – قارن بين تطور كتلة الخميرة في الوسطين (هوائي ولاهوائي)؟ علل ذلك؟

ج – يعتبر كل من التنفس والتخمر ظاهرتـــان تعملان على تحرير الطاقة ولكن الحصيلة الطاقوية جد مختلف كما تبينه الوثيقة (3).

– حدد كمية الطاقة الناتجة عن هدم جزيئة واحدة من الغلوكوز أثناء كل آلية وأحسب المردود.

د – يتطلب إستمـرار التحلل السكري تجديد نواقل الهيدروجين، تلخص الوثيقة (4) هذه الآلية.

1 – كيف يتم تجديد المرافقات الإنزيمية لإستمرار التحلل السكري وتركيب الـ ATP خلال عملية التخمر؟

2 – قارن آلية تجديد المرافقات الإنزيمية في كل من التنفس والتخمر.

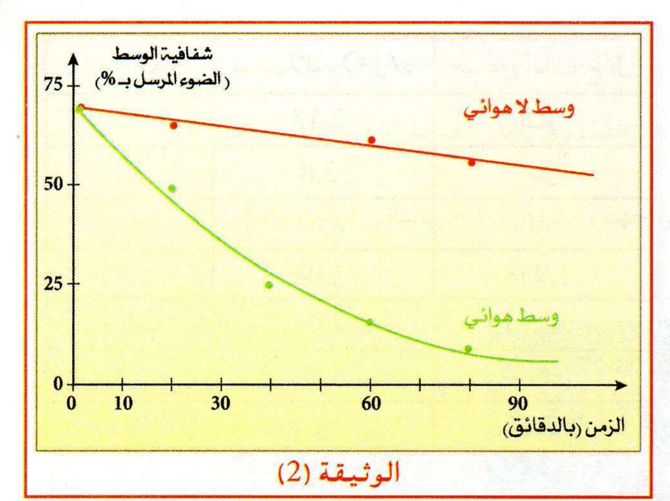
3 – بإستغلال المعطيات السابقة مثل بمعادلة إجمالية بسيطة ظاهرة التخمر إنطلاقا من جزيئة غلوكوز واحدة.

هـ – إليك الوثيقة (5) اعتمادا على ماسبق ومعلوماتك أجب عن الأسئلة:

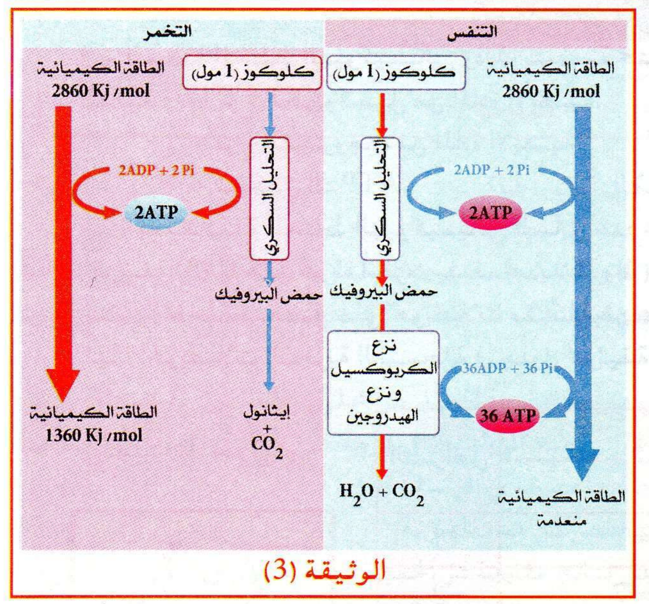
1 – ضع عنوانا للوثيقة (5).

2 – اكتب بيانات الوثيقة (5).

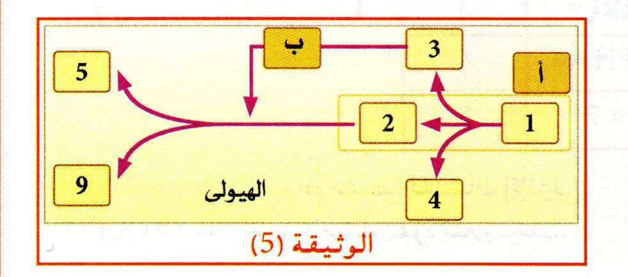
3 – ماذا يمثل الحرفان (أ ،ب)؟



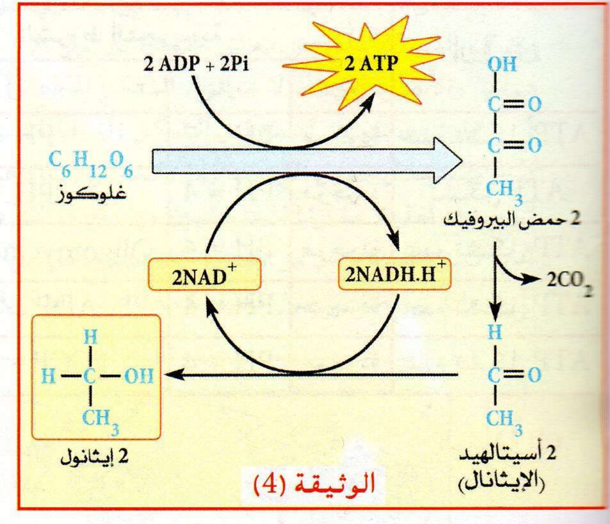
الوثيقة (2)



الوثيقة (3)



الوثيقة (5)



الوثيقة (4)

تمرين 56

1 – يوضح الجدول الممثل بالوثيقة (1) تغيرات إستهلاك الـ O_2، وتغيرات تركيب الدم المعبر عنها بكمية حمض اللبن المتشكلة وذلك اثناء جهد عضلي لعضلات مـزودة بإستمرار بالأوكسجين، تبعا لتغير شدة الجهد المبذول عند شخص بالغ يزن 70 كلغ.

أ – فسر ظهور حمض اللبن في الدم بكميات كبيرة رغم الإستهلاك المعتبر للأكسجين من طرف الخلايا العضلية.

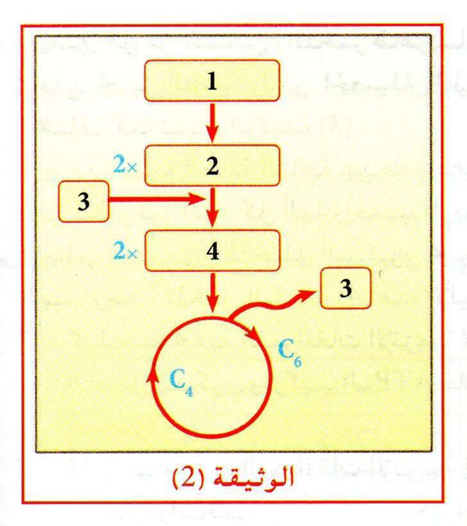
ب – إستنتج الظاهرتين الحيويتين اللتين حدثتا أثناء الجهد العضلي مع التعليل، ثم عبر عن الظاهرتين بمعادلتين إجماليتين.

2 – مكنت الدراسات التجريبية من إعداد المخطط البيوكيميائي الممثل في الوثيقة (2).



الجهد كج/د	إستهلاك O_2 ل/د	حمض اللبن غ/ل
44	2,17	آثار
52	2,8	آثار
58,2	3,01	آثار
68	3,04	1,958
79,5	3,04	13,43
92	3,04	26,8
101	3,04	37,66

الوثيقة (1)



الوثيقة (2)

أ – أتمم هذا المخطط البيوكيميائي وذلك بتسمية مختلف مراحله وتحديد مقرها على المخطط مع تمثيل الأحداث التالية : – نزع الكربوكسيل من المادة الأيضية.

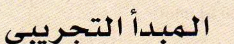
– نزع الهيدروجين من المادة الأيضية.

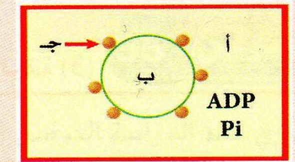
– تشكيل الـ ATP.

ب – بعد تكملة المخطط البيوكيميائي السابق حدد عليه موقع الظاهرتين البارزتين في (1 ـ ب).

3 – الوثيقة (3) تلخص تجربة أنجزت بهدف تحديد شروط حدوث الآلية الطاقوية المدروسة.

بتقنية خاصة نتحصل على حويصلات مشكلة من عنصر الغشـاء الداخلي للميتوكوندري نجري على معلق لهذا الحويصلات التجربة المسجلة في جدول الوثيقة (3).





المراحل	الشروط التجريبية أ	ب	جـ	النتيجة
1	PH = 7	PH = 7	موجودة	عدم تشكل ATP
2	PH = 7	PH = 4	موجودة	تشكل ATP
3	Oligomycine + PH = 7	PH = 4	موجودة	عدم تشكل ATP
4	PH = 7 غياب ADP و PI	PH = 4	موجودة	عدم تشكل ATP
5	FCCP + PH = 7	PH = 4	موجودة	عدم تشكل ATP

Oligomycine : مادة مثبطة للنشاط الإنزيمي.

FCCP : مادة تجعل الغشاء نفوذ للبروتونات.

الوثيقة (3)

أ – فسر النتائج المحصل عليها.

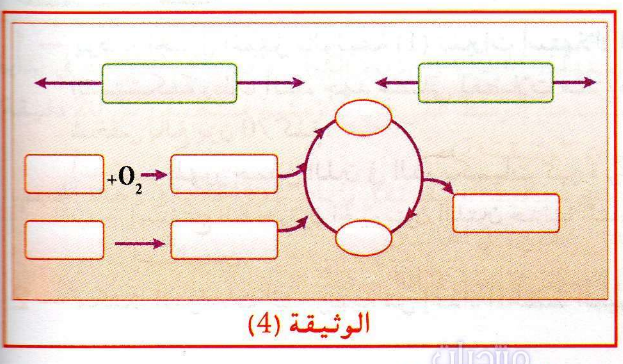
ب – إستخرج شروط حدوث الآلية الطاقوية.

4 – يلخص مخطط الوثيقة (4) العلاقة بين المظاهر الطاقوية التي تحدث على المستوى الخلوي.(هدم وبناء).

إذا علمت بأن المخطط أنجز لدى خلايا الخميرة وإعتمادا على ما سبق ومعلوماتك:

أ – أعد رسم المخطط مع إتمامه بالمعلومات المناسبة.

ب – ما هي أهمية العامل الوسيط الذي يتدخل في تدفق وتحويل الطاقة على المستوى الخلوي.

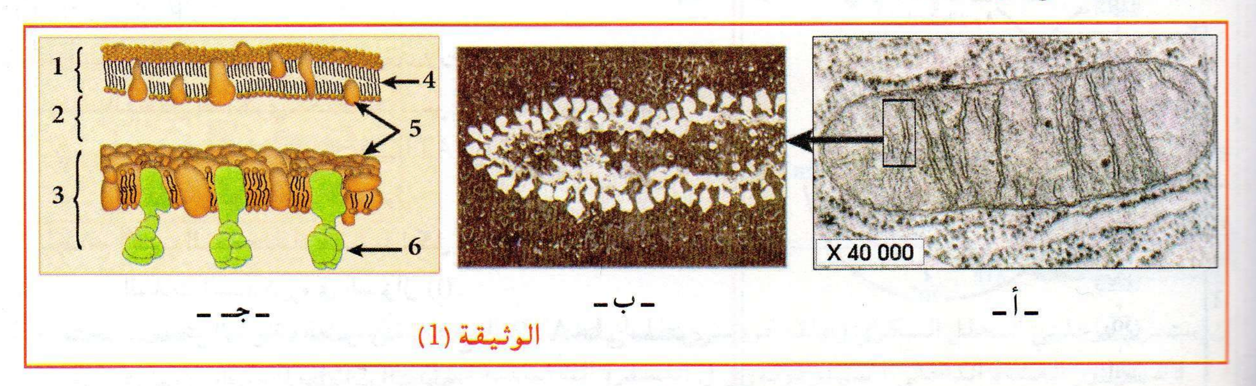


الوثيقة (4)

تمرين 57

إن حياة الخلية مرتبطة بتبادل مستمر للمادة والطاقة مع محيطها، وفي إطار معالجة الجانب الطاقوي في حياة الخلية تمت الدراسة التالية:

I – سمحت الملاحظة المجهرية لبعض مكونات الخلية من جهة والتحليل الكيميائي لهذه المكونات من جهة أخرى بالحصول على الوثيقة (1).



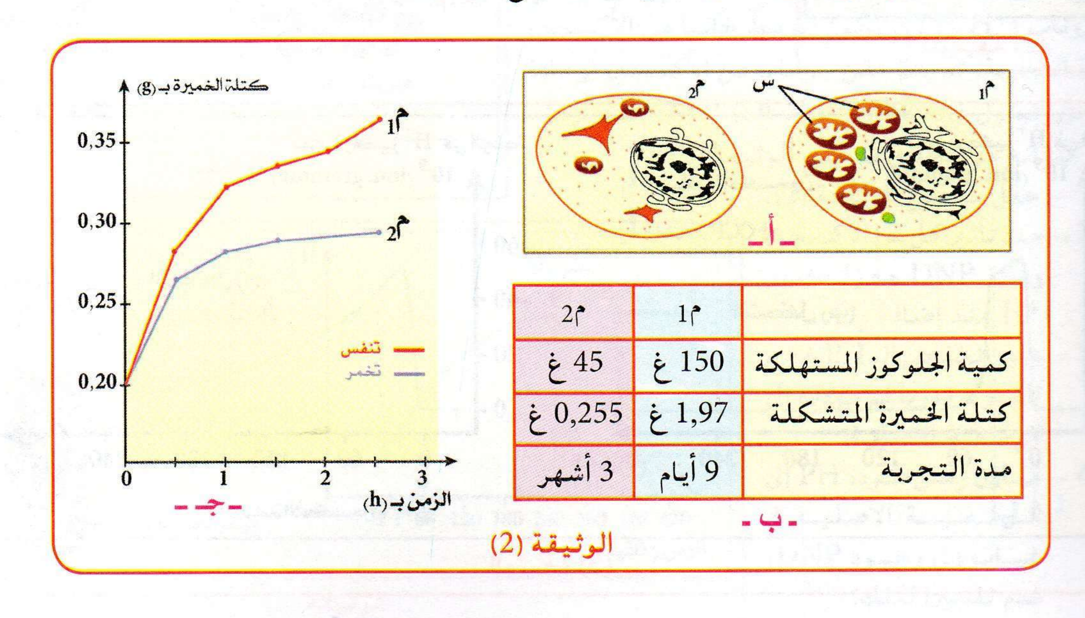
الوثيقة (1)

1 – إعتمادا على محتوى الوثيقة (1) ماذا تمثل الأشكال أ، ب، جـ ؟
2 – صف البنية الممثلة بالشكل (أ).
3 – ضع بيانات الشكل (جـ) وقارن بين العنصرين (1) و(3)، ثم فسر أوجه الإختلاف الملاحظة.

II – إن خميرة الجعة (البيرة) قادرة على التكيف مع محيطها بإختلاف شروط هذا المحيط، وهذا ما تظهره التجربة التالية :

حضرنا مزرعتين لخميرة العجة (م1 ، م2) تحتوي كل مزرعة على 25 ملل من محلول الغلوكوز بتركيز 10 غ/ل، مضاف إليه 25 ملل من معلق الخميرة بتركيز 0,4 غ/ل، نضع المزرعتين في درجة حرارة $30°$ م إحداهما في وسط هوائي والأخرى في وسط لا هوائي، النتائج المحصل عليها مدونة في الوثيقة (2).

1 – قارن بين بنيتيّ الخميرة في الشكل (أ). ماذا تستخلص من هذه المقارنة؟
2 – بإستغلال جدول الوثيقة (2) (الشكل (ب)) حلل نتائج متابعة نمو الخميرة في الوسطين.
3 – قدم تحليلا مقارنا للمنحنيين م1 ، م2 في الشكل (جـ) من الوثيقة (2).
4 – فسر العلاقة بين نمو الخميرة وبنيتها في كل من الوسطين.
5 – ماذا تستخلص حول قدرة الخميرة على التكيف مع محيطها؟



	م1	م2
كمية الجلوكوز المستهلكة	150 غ	45 غ
كتلة الخميرة المتشكلة	1,97 غ	0,255 غ
مدة التجربة	9 أيام	3 أشهر

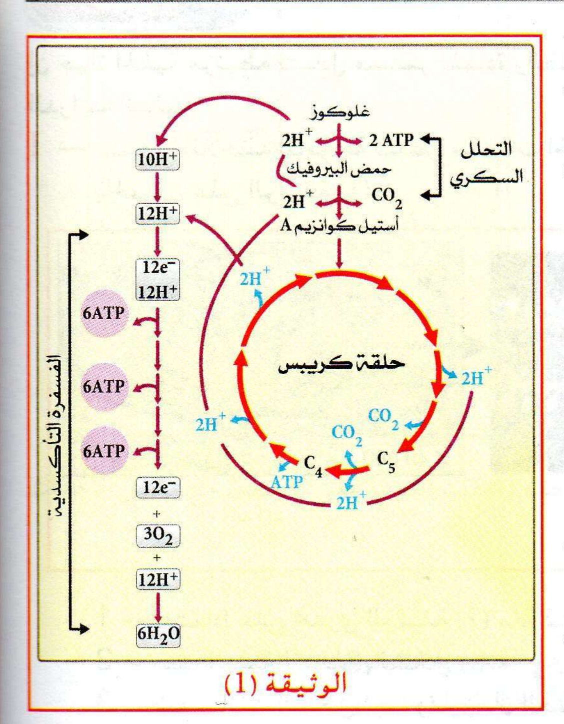
الوثيقة (2)



تمرين 58

إن الأحماض الأمينية عندما ترتبط مع بعضها بروابط ببتيدية أثناء تركيب البروتينات تحتاج إلى طاقة مصدرها الـ ATP.

والوثيقة (1) تمثل بعض التفاعلات التي تحدث على مستوى الخلايا الحية لإنتاج الـ ATP.



الوثيقة (1)

1 — أ – حدد المقر الخلوي لحدوث تفاعلات:
التحلل السكري، حلقة كريبس، الفسفرة التأكسدية.

ب – أحسب عدد جزيئات الـ ATP وCO_2 المتشكلة عند إستعمال مول واحد غلوكوز.

جـ – أكتب المعادلة الإجمالية لكل تفاعل من التفاعلات الثلاث المذكورة في السؤال (أ).

2 — لتحديد بعض الظروف الضرورية لإنتاج الـ ATP على مستوى الميتوكوندري إليك المعطيات التالية:

نحضر التركيب التجريبي في الوثيقة (2) ثم نقوم بقياس تركيز البروتونات H^+ في الوسط وذلك في الحالتين التاليتين:

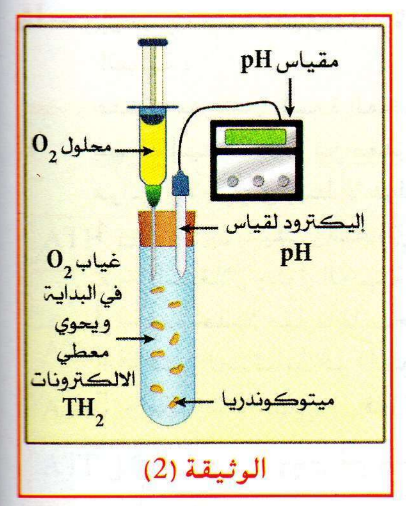
الحالة الاولى: بعد إضافة الـ O_2 للوسط.

الحالة الثانية: بعد إضافة الـ O_2 للوسط ثم مادة FCCP (تجعل الغشاء الداخلي للميتوكوندري نفوذ للبروتونات).

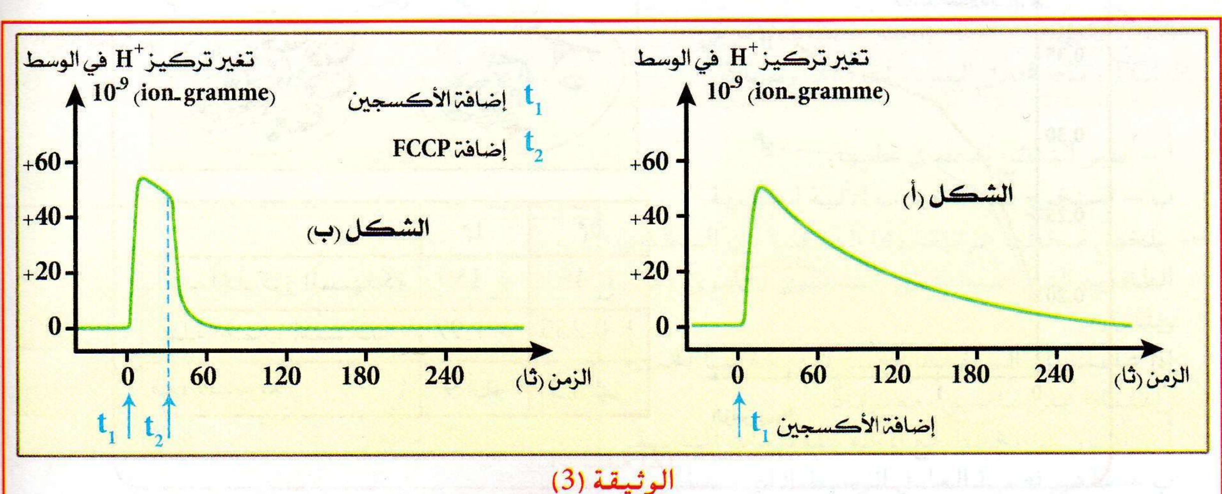
إن الشكلان أ ، ب من الوثيقة (3) يمثلان النتائج المحصل عليها.

في الحالة الطبيعية وبوجود الـ O_2 نلاحظ أن سرعة النقل الغشائي للبروتونات تكون مرتفعة عندما يرتفع تركيز مستقبل الهيدروجين في حالة الإرجاع في الحشوة، وتركيز البروتونات يرتفع في الحيز الموجود بين الغشائين للميتوكوندري وينخفض في الحشوة.

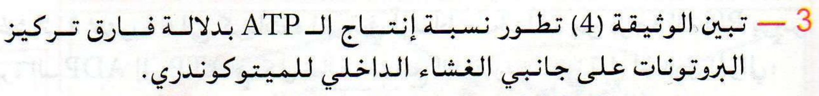
– حلل النتائج المحصل عليها في كل حالة وإستنتج الدور الطبيعي للغشاء الداخلي للميتو كوندري فيما يخص نقل البروتونات.



الوثيقة (2)



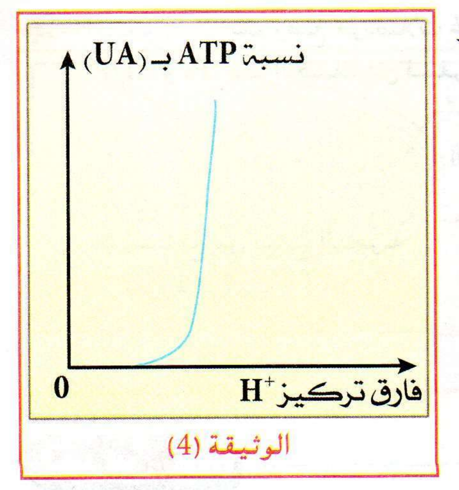
الوثيقة (3)



3 — تبين الوثيقة (4) تطور نسبة إنتاج الـ ATP بدلالة فارق تركيز البروتونات على جانبي الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

– حلل الوثيقة (4) ثم بين لماذا لا يتم تركيب الـ ATP عند إضافة مادة الـ FCCP؟

4 — من كل ما تقدم وضح برسم تخطيطي آلية إنتاج الـ ATP على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري.



الوثيقة (4)

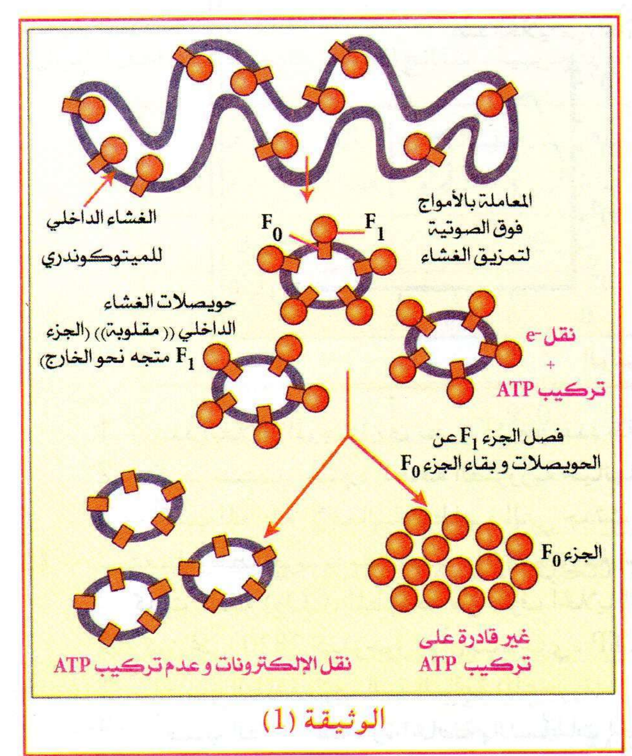
تمرين 59

إن إستمرار مرحلتي التحلل السكري وحلقة كريبس يتطلبان تجديد النواقل وذلك بأكسدتها وتشكل كل من الماء والـ ATP.

أ – لإظهار دور الغشاء الداخلي للميتوكوندري في الفسفرة التأكسدية نستعرض التجارب التالية:

التجربة 1: بإستعمال الامواج فوق الصوتية تمت تجزئة الميتوكوندري فتشكلت حويصلات للأغشية الداخلية "المقلوبة" بها كريات مذنبة، كما أن فصل الجزء الكروي (F1) من الإنزيم ATP Synthase عن الجزء المتواجد ضمن الغشاء F0 سمح بتحديد دور كل منهما في تركيب ATP في شروط تجريبية مناسبة، نتائج التجربة موضحة في الوثيقة (1).

– ما هي المعلومات التي تقدمها نتائج التجربة فيما يخص دور مكونات الحويصلات الغشائية (الغشاء والإنزيم)؟



الوثيقة (1)

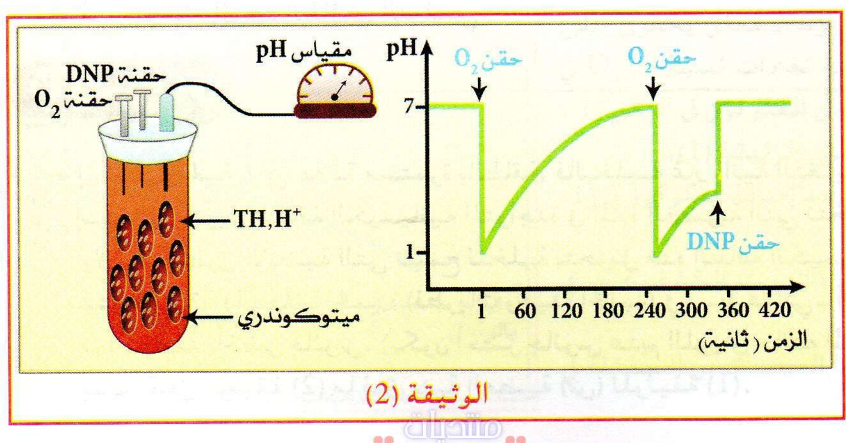
ب – **التجربة 2:** لتحديد سلوك الغشاء الداخلي للميتوكوندري تجاه البروتونات H^+ تم قياس PH الوسط الخارجي لمعلق من الميتوكوندري المعزولة يحتوي على معطي الإلكترونات (TH,H^+)، يكون الوسط خاليا من الأكسجين في بداية التجربة، ثم يتم حقن جرعات من الأكسجين أو مادة ثنائي نتروفينول (Di Nitro Phenol) DNP عند أزمنة محددة، النتائج موضحة في منحنى الوثيقة (2).

1 – حلل منحنى الوثيقة (2).

2 – حدد تأثير كل من الأكسجين ومادة DNP مبرزا مصدر H^+ عند إضافة O_2.

3 – علل إنخفاض الـ PH خارج الميتوكوندريا ثم عودته إلى الوضعية الأصلية؟

4 – قارن زمن عودة PH إلى الوضعية الأصلية في غياب وفي وجود DNP، قدم تفسيرا لذلك؟



الوثيقة (2)

جـ – التجربة 3: يتم وضع حويصلات غشائية محتوية على كريات مذنبة في أوساط مختلفة من درجة الـ PH بوجود ADP و Pi. يتم الكشف عن فسفرة الـ ADP إلى ATP في كل حالة، نتائج التجارب مدونة في الجدول الموالي:

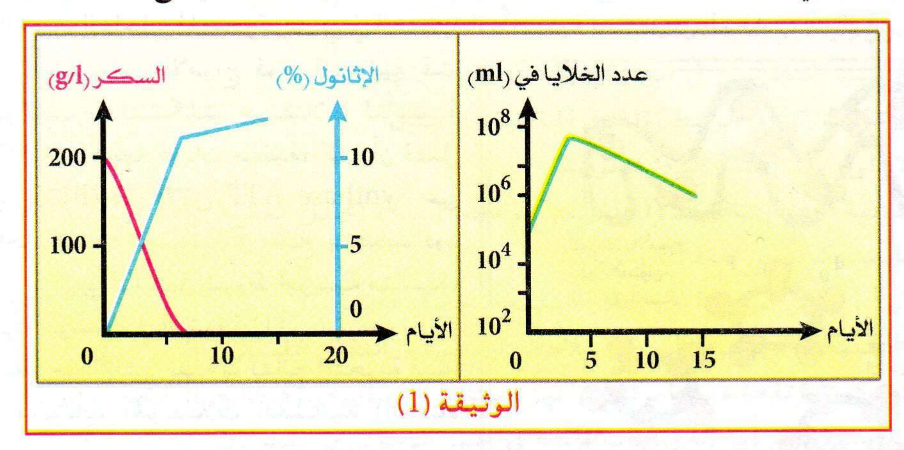
التجارب	pH الداخلي	pH الخارجي	وجود الكريات المذنبة	الملاحظة
1	7	7	نعم	عدم فسفرة الـ ADP
2	4	7	نعم	فسفرة الـ ADP
3	4	7	لا	عدم فسفرة الـ ADP

الوثيقة (3)

– إستنتج من نتائج التجربة شروط تركيب ATP؟

تمرين 60

I – نتتبع تطور عدد خلايا الخميرة داخل إناء يحتوي 200 غ/ل من محلول الغلوكوز في وسط لا هوائي وكذلك تغيرات التركيب الكيميائي لمحتوى الإناء، الشكلان 1 و 2 من الوثيقة (1) يمثلان النتائج المحصل عليها.



الوثيقة (1)

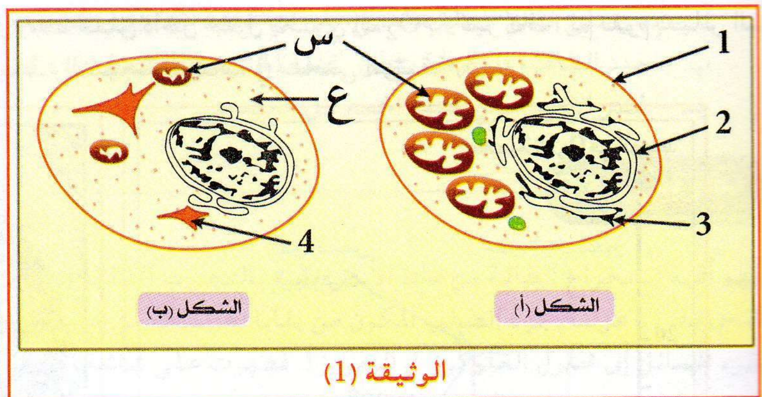
1 – حدد العلاقة الموجودة بين تطور كل من عدد خلايا الخميرة وكمية الغلوكوز في الوسط.
2 – كيف تستمد الخميرة الطاقة الضرورية لحياتها في مثل هذه الظروف؟ علل إجابتك.
3 – أكتب المعادلة الإجمالية للظاهرة التي حدثت داخل الإناء.

II – نستعمل وسطا تجريبيا مغايرا للوسط السابق مع إستعمال 1 كلغ من نسيج كبدي وتترك التجربة لمدة 12 ساعة.
إذا كانت كمية (CO_2) المطروحة من طرف الخلايا الكبدية تقدر بـ 9 مول، وإذا علمت أن الأكسدة التامة لجزيء جلوكوز تحرر 2820 كيلوجول، وأن بناء جزيء ATP يتطلب 29.5 كيلوجول :
1 – أحسب الطاقة الإجمالية الناتجة (المتحررة).
2 – أحسب الطاقة المتحررة الخاصة بالنشاطات الحيوية للخلية.
3 – احسب المردود الطاقوي التنفسي.

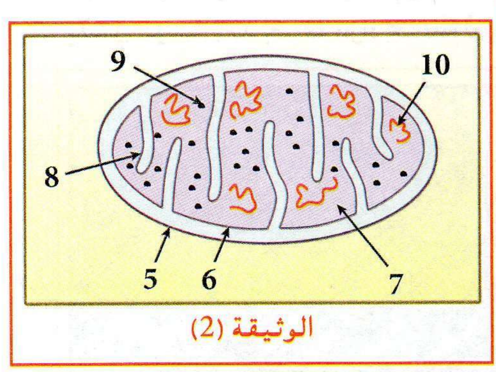
تمرين 61

I – إن الخلية الحية على علاقة مستمرة بالطاقة، فالخلية غير ذاتية التغذية تستمد الطاقة اللازمة لنشاطها من إستغلال وتحويل الطاقة الكيميائية المتواجدة في المادة العضوية التي تتحصل عليها من وسطها.
ولإظهار الطرق الأيضية التي تسمح للخلية بتحويل هذه الطاقة الكيميائية ننجز الدراسة التالية:
تمثل الوثيقة (1) خلايا الخميرة (فطريات وحيدة الخلية) في وسط هوائي ـ الشكل (أ) ـ وفي وسط لا هوائي (الشكل ب) معاملة بأخضر جانوس، (يكون أخضر جانوس عديم اللون في حالته المرجعة واخضر في حالته المؤكسدة).
بينما تمثل الوثيقة (2) ما فوق بنية العضية (س) للوثيقة (1).





الوثيقة (1)



الوثيقة (2)

1 – أكتب البيانات المشار إليها بالأرقام في الوثيقتين (1) ، (2).
2 – أنجز تحليلا مقارنا بين شكلي الوثيقة (1).
3 – فسر تلون العضية (س) بالأخضر على مستوى ـ الشكل (أ) فقط ـ في الوثيقة (1).
4 – ما هي النتيجة التي يمكنك الوصول إليها من خلال وضع علاقة بين أجوبة السؤالين 2 ، 3؟

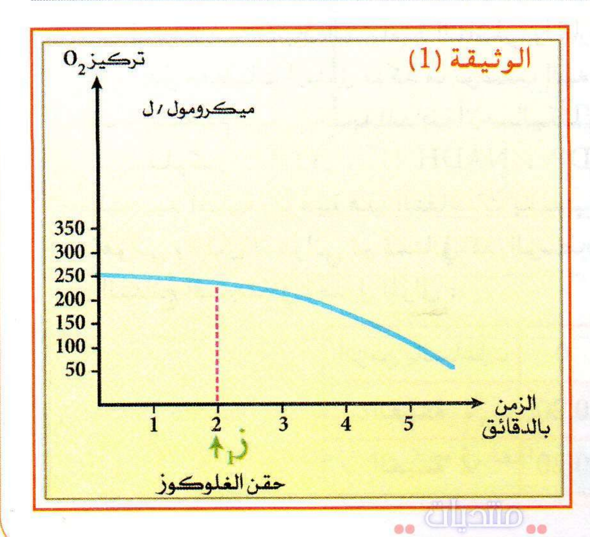
II – لفهم آلية الظاهرة التي تتم على مستوى العضيات (س) أنجزت عدة تجارب من بينها التالية :
زرعت خلايا الخميرة في وسطين أحدهما هوائي والآخر لا هوائي، وبعد مدة زمنية من الزرع تم قياس نسبة السكر المتبقية في الوسط، وكذا كتلة الخميرة المتشكلة. الشروط التجريبية والنتائج المحصل عليها ممثلة في الجدول الموالي :

زمن التجربة	المـــادة	الوسط الهوائي مدة الزرع = 9 أيام	الوسط اللاهوائي مدة الزرع = 3 أشهر
بداية التجربة	حجم المحلول المغذي (ملل)	3000	3000
	كمية السكر (غ)	150	150
نهاية التجربة	كمية السكر (غ)	0	105
	كتلة الخميرة المتشكلة (غ)	1,970	0,225

1 – حلل هذه النتائج.
2 – ما العلاقة الموجودة بين زيادة كتلة الخميرة في الوسط وإستهلاك كميات معينة من السكر؟
3 – ما هي المعلومات التي يمكن إستخلاصها من هذه التجربة والمكملة لإجابتك في الفوع: I – 4؟

تمرين 62

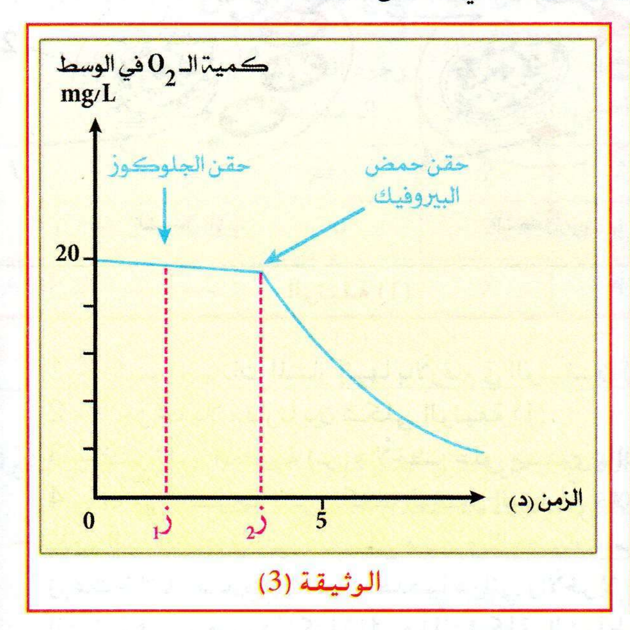
وضعت معلق الخميرة في وسط يحتوي على الـ O_2 لمدة 30 ساعة، بعد ذلك نعزل عينة من هذا المعلق في وسط مغلق يحتوي على تركيز كاف من الـ O_2، ثم نقوم بدراسة تغيرات نسبة الـ O_2 في الوسط قبل وبعد إضافة كمية معينة من الغلوكوز في الزمن ز1 . النتائج المحصل عليها موضحة في منحنى الوثيقة (1).



1 – قارن بين تغير تركيز الـ O_2 قبل وبعد إضافة الغلوكوز في ز1. فسر هذه النتائج.
2 – أكتب الـمعادلة الإجمالية للظاهرة التي تم الكشف عنها في هذه التجربة.
3 – لمعرفة مراحل هذه الظاهرة، عزلنا العضيات س الـممثلة في

الوثيقة (2) من خلايا الخميرة ثم وضعت في وسط مغلق داخل محلول يحتوي الـ O_2 بتركيز كاف، ثم نقوم بقياس الـ O_2 في الوسط بعد إضافة مواد مختلفة للوسط والنتيجة موضحة في منحنى الوثيقة (3).


الوثيقة (2)



الوثيقة (3)

أ – أنجز رسما تخطيطيا لعضية الوثيقة (2) مع كافة البيانات وضع عنوانا للعضية.

ب – حلل منحنى الوثيقة (3). ماذا تستنتج؟

4 – لتحديد بعض وظائف عضية الوثيقة (2)، تمكنا من عزل جميع مكوناتها ومكونات السيتوبلازما فأنجزنا الجدول التالي:

		المكونات الكيميائية	الأنزيمات
الميتوكوندري	الغشاء الخارجي	40 – 50 % دسم 50 – 60 % بروتينات	مماثلة للغشاء السيتوبلازمي للخلايا
	الغشاء الداخلي	20 % دسم 80 % بروتينات	عدة انزيمات وخاصة المنتجة للـ ATP (ATP synthetase)
	الحشوة	غياب الغلوكوز – وجود حمض البيروفيك و ATP	أنزيمات نازعات الهيدروجين أنزيمات نازعات الكربون
الهيالوبلازم		وجود الغلوكوز وحمض البيروفيك	أنزيمات نازعات الهيدروجين

أ – فسر الإختلاف بين الغشاءين الداخلي والخارجي للميتوكوندري.

ب – هل معطيات الجدول تؤكد ما توصلت إليه في السؤال 3 ـ ب؟

جـ – إستخدم مايلي لكتابة المعادلة الإجمالية للتفاعلات التي تحدث في الهيالوبلازم وماذا يطلق على هذه التفاعلات:
غلوكوز ، ATP ، $NADH.H^+$ ، ADP ، Pi ، حمض البيروفيك.

5 – لتحديد أهمية ونوعية هذه التفاعلات بالنسبة للخميرة، أخذنا عينتين من الخميرة وزرعناهما في وسطين الأول هوائي والثاني لا هوائي ثم قمنا في كلا الوسطين بقياس تغيرات كتلة الخميرة بالغرام بدلالة الزمن فحصلنا على النتائج المسجلة في الجدول الموالي :

الزمن بالساعات	0	0,5	1	1,5	2	2,5
العينة 1	0,20	0,28	0,32	0,34	0,35	0,36
العينة 2	0,20	0,28	0,28	0,29	0,29	0,30

أ – أنجز على نفس المعلم منحنى تغيرات كتلة الخميرة في العينتين بدلالة الزمن.
ب – حدد الظاهرة المرتبطة بتطور كتلة الخميرة في العينة (1) والعينة (2).
جـ – فسر الإختلاف في كتلة الخميرة في العينتين.

تمرين 63

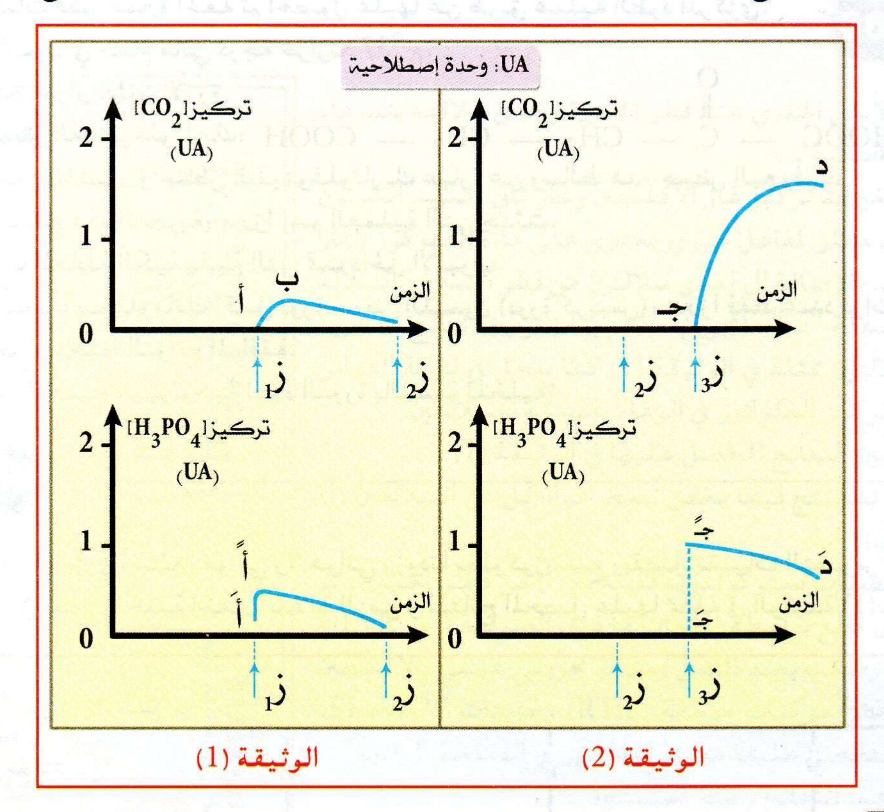
لفهم آلية إستخراج الطاقة من مادة الأيض نقوم بالتجارب التالية بواسطة الحاسوب :

التجربة 1: عزلنا الجزء الصلب المكون من بقايا العضيات من مسحوق الخميرة واحتفضنا بالجزء السائل فقط، أضيف الجزء السائل إلى محلول الغلوكوز في الزمن ز1 فظهرت على شاشة الحاسوب النتائج المبينة في الوثيقة (1).

التجربة 2: سخن الجزء السائل إلى 80° م ثم برد فأضيف إليه محلول الغلوكوز في الزمن ز2 فلوحظ عدم تشكل كل من CO_2 و H_3PO_4.

التجربة 3: حقنت الفوسفات Pi في المحلول السكري فأعطت النتائج الموضحة في منحنيات الوثيقة (2) علما بأن كل التجارب أجريت في نفس درجة الحرارة وفي نهاية التجربة (1) و(3) لوحظ رائحة الكحول.

1 — ما مصدر كل من CO_2 والإيثانول C_2H_5OH؟ ما إسم هذه الظاهرة؟
2 — أكتب المعادلة الإجمالية المؤدية إلى تشكل CO_2.
3 — ماذا يحتوي الجزء السائل الذي أضيف إلى المحلول السكري.
4 — أ – أكتب التفاعل الكيميائي الذي يفسر إنخفاض كمية H_3PO_4 بعد الزمن ز3.
ب – إعتمادا على نتائج التجربتين 1 و3 حدد مصدر H_3PO_4 .
جـ – إعتمادا على نتائج التجربة 3 ومعلوماتك اوجد العلاقة بين إنخفاض H_3PO_4 وإرتفاع كمية CO_2 بعد ز3.

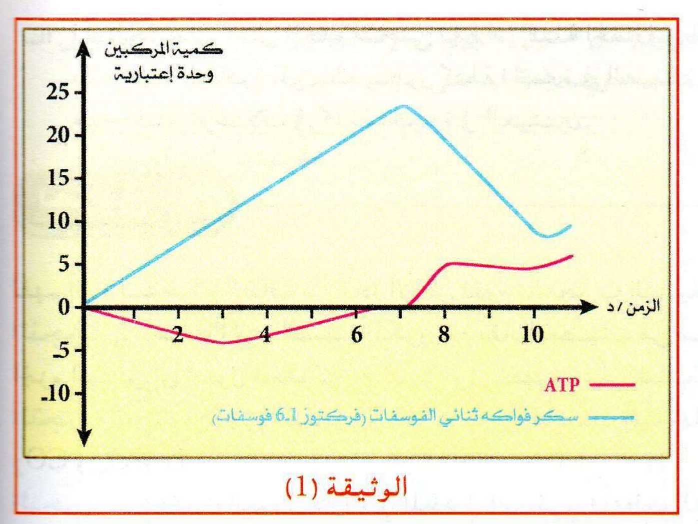


الوثيقة (1) — الوثيقة (2)

تمرين 64

تأخذ معلق فطر خميرة الجعة و نضيف له كمية من الغلوكوز، وبعد ذلك نقوم بتقدير كمية سكر الفواكه (الفركتوز ثنائي الفوسفات (فركتوز 1 – 6 فوسفات) وكمية الـ ATP، نتائج هذه المعايرة موضحة في منحنيات الوثيقة (1):





الوثيقة (1)

1 — حلل وفسر هذه النتائج.

2 — ما إسم العملية التي تمت خلال هذه التجربة؟

3 — نحضر أنبوب إختبار يحتوي على:

* محلول فزيولوجي مضافا إليه كل من حمض الليمون: $HOOC - CH_2 - C(OH)(COOH) - CH_2COOH$ أو $(C_6H_8O_7)$

* أزرق الميثيلين المؤكسد BM^+ الذي يصبح شفافا عند إرجاعه.

* مستخلصات فطر خميرة الجعة تم الحصول عليها عن طريق عملية الطرد المركزي.

– يوضع الأنبوب في حمام مائي درجة حرارته 37^o م.

الملاحظة: زوال اللون الأزرق

– ظهور حمض السيتوغلوتاريك: $HOOC - C(=O) - CH_2 - CH_2 - COOH$ أو $C_5H_6O_5$

علما أن حمض الليمون و حمض السيتوغلوتاريك عبارة عن وسائط هدم حمض البيروفيك.

أ – فسر نتائج هذه التجربة، مبرزا إسم العملية التي حدثت.

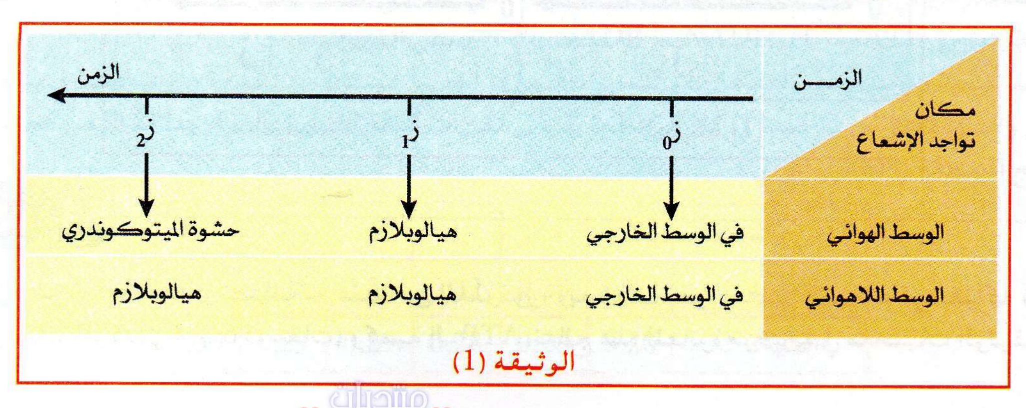
ب – أكتب المعادلة الكيميائية التي تمت داخل الأنبوب.

جـ – مستعينا بمعلوماتك اكمل دورة حمض الليمون (دورة كريبس)، مبرزا فقط عدد ذرات الكربون في كل مرحلة، ومحددا النواتج المرافقة.

د – ما هي الأهمية البيولوجية لهذه الدورة بالنسبة للخلية؟

تمرين 65

أ – تم تنمية خميرة الخبز في وسطين هوائي ولا هوائي وزودتا بغلوكوز مشع وبفضل تقنيات التصوير الإشعاعي الذاتي تم تتبع وجود الإشعاع في خلية الخميرة بدلالة الزمن والنتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (1).



مكان تواجد الإشعاع / الزمن	$ز_0$	$ز_1$	$ز_2$
الوسط الهوائي	في الوسط الخارجي	هيالوبلازم	حشوة الميتوكوندري
الوسط اللاهوائي	في الوسط الخارجي	هيالوبلازم	هيالوبلازم

الوثيقة (1)

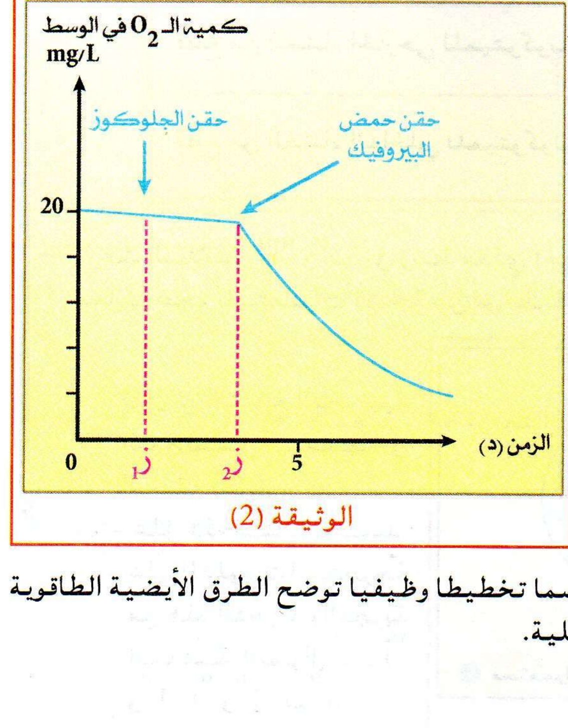
– مستعينا بمعلوماتك، فسر النتائج الملاحظة عند ز0، ز1 على مستوى الوسطين.

ب – تم عزل الميتوكوندريات من خلايا الخميرة ووضعت في محلول مناسب، وفي حيز مغلق لجهاز خاص، ثم تمت معائرة كمية الاكسجين في الوسط في شروط تجريبية مختلفة بدلالة الزمن، النتائج المحصل عليها ممثلة في الوثيقة (2).

ب 1 – حلل منحنى الوثيقة (2)، ماذا تستنتج؟

ب 2 – من خلال هذه النتائج، كيف تفسر تجربة الفرع (أ) الملاحظة في الزمن ز2.

ب 3 – ما هو مصير النواتج الظاهرة في الخلية عند ز2 من الوثيقة (2).



الوثيقة (2)

جـ – بإعتبار أن الكتلة المتشكلة من الخميرة في الوسط الهوائي تتطلب إستهلاك طاقة قدرها 5795 كيلوجول.

– كم يجب إستهلاكه من جزيئات الغلوكوز في الوسط الهوائي واللاهوائي لتتشكل نفس الكتلة علما أن جزيئة من ATP تحرر كمية من الطاقة قدرها 30.5 كيلوجول؟

د – من خلال ما توصلت إليه، وبالإستعانة بمعلوماتك ضع رسما تخطيطا وظيفيا توضح الطرق الأيضية الطاقوية لخلايا الخميرة، مبينا مختلف مراحل ومستويات حدوثها في الخلية.



تمرين 66

من اجل دراسة الأيض الخلوي عند فطر الخميرة و مدى علاقته بنموها، أجريت التجربة التالية :

1 — تم قياس تغيرات تركيز غاز الأكسجين وغاز ثاني أكسيد الكربون داخل وعاء مغلق لمفاعل حيوي يحتوي على مادة الغلوكوز وغاز الأكسجين، بالإضافة إلى إحدى سلالتين من فطر الخميرة : السلالة "أ" أو السلالة "ب". (تجريب مدعم بالحاسوب). نتائج التجربة عند السلالتين ممثلة في الوثيقة (1) كما سجل في نهاية القياس إنخفاض تركيز الغلوكوز في الوعاء بالنسبة للسلالتين.

أ – قارن بين النتائج المحصل عليها في الوثيقة (1).

ب – ماذا تستنتج فيما يخص نمط حياة كل من السلالتين (أ) و (ب)؟

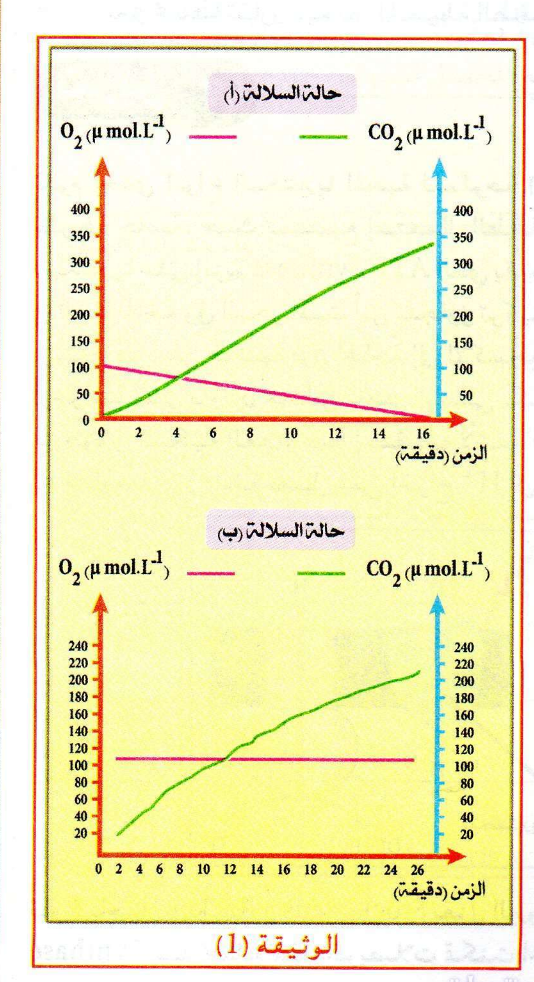
2 — تم عزل عضيات ميتوكوندرية للسلالة (أ) من فطر الخميرة، ثم تجزئتها إلى قطع بواسطة الموجات ما فوق الصوتية (ULTR – SONS)، وضعت بعد ذلك في وسط تجريبي غني بالاكسجين ويحتوي على مركبات مرجعة (R'H2) وجزيئات ADP و Pi.

النتائج المتحصل عليها مدونة في الجدول في الصفحة الموالية:

أ – فسر هذه النتائج و ماذا تستنتج؟

ب – أكتب التفاعلات المؤدية إلى أكسدة النواقل $R'H_2$ والتفسر المؤكسد.

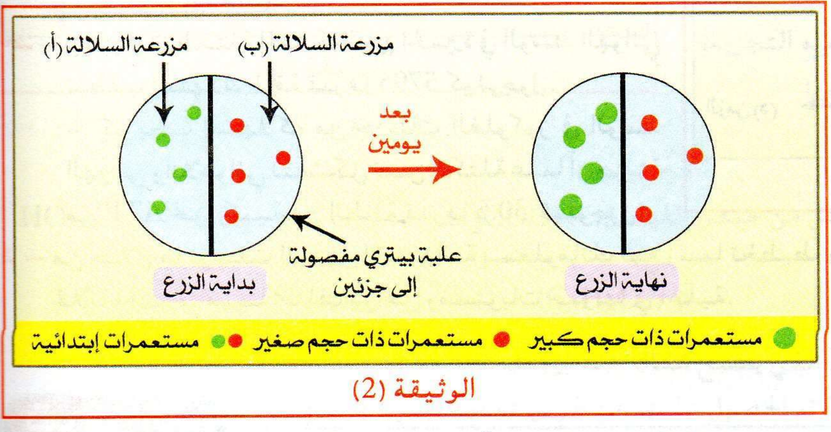
جـ – أنجز رسما تخطيطيا عليه البيانات، التي ادت إلى هذه النتائج.



الوثيقة (1)

قطع ميتوكوندرية	النتائج
قطع من الغشاء الخارجي للميتوكوندري	– عدم إنتاج الـ ATP – عدم أكسدة المركبات المرجعة ($R'H_2$) إلى R
قطع من الغشاء الداخلي للميتوكوندري	– إنتاج الـ ATP – أكسدة المركبات المرجعة ($R'H_2$) إلى R

3 – زرعت السلالتان "أ" و"ب" في وسط مغذي (جيلوزي) يحتوي على كمية معينة من الغلوكوز، بعد يومين تمت معاينة حجم المستعمرات الناتجة عن نمو فطر الخميرة، والنتائج مدونة في الوثيقة (2).



الوثيقة (2)

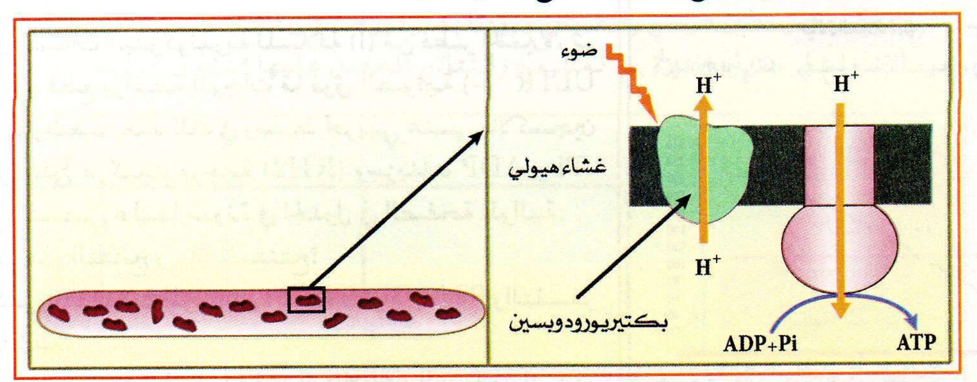
أ – قارن بين النتائج التجريبية المحصل عليها في الوثيقة (2).

ب – علل هذه النتائج معتمدا على المعلومات المستخرجة من هذه التجربة والتجربة السابقة (السؤال "2 ـ أ" و"1 ـ أ" و"1 ـ ب").

4 – أنجز مخططا تقارن فيه بين الحصيلة الطاقوية لكل من السلالتين (أ) و (ب) من فطر الخميرة.

تمرين 67

تقوم إحدى انواع البكتيريا المحبة للملوحة (Halobacterium Salinarum) بإنتاج الطاقة اللازمة لأداء وظائفها بطريقة خاصة، حيث تستطيع إستعمال الطاقة الضوئية لتكوين فرق في تركيز H^+ عبر الغشاء الهيولي، كما تحتوي البكتيريا على إنزيم ATP Synthase الذي يقوم بتركيب ATP إنطلاقا من ADP و Pi عند عودة H^+. تعيش البكتيريا في البرك المالحة وفي البحر الميت أين تتجاوز تركيز الملح 4 مول/ل وهي لا تعيش في المياه التي تقل ملوحتها عن 3 مول/ل . تنتج جزء من طاقتها دون الحاجة إلى الأكسجين ولا المواد الغذائية العضوية. يحتوي غشاء هذه البكتيريا على بقع أرجوانية تمثل بروتين حساس للضوء يسمى بكتيريورودوبسين وهو كثير الشبه ببروتين الرودوبسين (الأرجواني الشبكي) الموجود في شبكية العين، عند إستقباله لأشعة ضوئية يحدث تهيج لأحد الإلكترونات في البروتين وعند عودة الإلكترون إلى مداره تتحرر طاقة تعمل على إخراج H^+ إلى الخارج (نقل فعال).

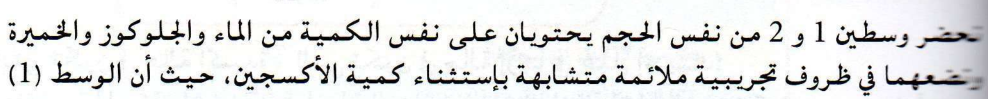


قام الباحثان Racker و Stockeneus بعزل البروتين من البكتيريا و إدخاله في حويصلة غشائية بالإضافة إلى إنزيم ATP Synthase عند إضاءة هذه الحويصلات تمكنت الحويصلة من تركيب ATP.



1 – قدم رسما تخطيطيا للتجربة.
2 – ما هو الدور الذي يقوم به البروتين عند مقارنة العملية بما يحدث في الميتوكوندري؟
3 – هل تثبت هذه التجربة نظرية ميتشل؟ علل.
4 – لماذا لاتحتاج هذه العملية إلى O_2؟ علل.
5 – هل تشبه هذه العملية التخمر؟ علل.

تمرين 68



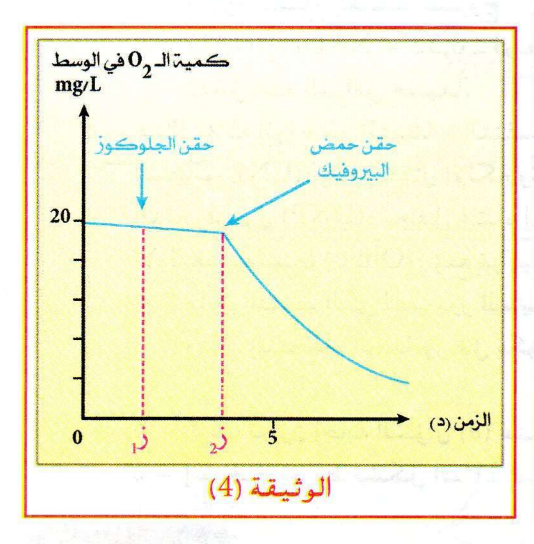
تحضر وسطين 1 و 2 من نفس الحجم يحتويان على نفس الكمية من الماء والجلوكوز والخميرة وتضعهما في ظروف تجريبية ملائمة متشابهة بإستثناء كمية الأكسجين، حيث أن الوسط (1) هوائي والوسط (2) لا هوائي.

أ – تمثل الوثيقة (1) ملاحظة مجهرية للخميرة في الوسطين في بداية التجربة خلال بضعة أيام تحصل على النتائج المبينة في الوثيقة (2).
1 – قارن النتائج المحصل عليها في الوسطين؟
2 – أعط تفسيرا لهذا النتائج؟

الوثيقة (1)

ب – تمثل الوثيقة (3) خليتين من الخميرة.
1 – تعرف على العضية م، وأنجز رسما تخطيطيا لها؟
2 – قارن بين الخليتين؟
3 – أعط تفسيرا لهذا الإختلاف؟
4 – حدد الوسط الذي أخذ منه كل شكل من شكلي الوثيقة (3).

جـ – نقوم بعزل العضيات م ثم نضعها في وسط به أكسجين و نقيس كمية هذا الأخير في الوسط بدلالة الزمن، بعد حقن الجلوكوز ثم بعد حقن حمض البيروفيك، وتمثل الوثيقة (4) النتائج المحصل عليها.
1 – حلل المنحنى المحصل عليه؟
2 – ماذا تستنتج؟



الوثيقة (4)

الوسط	ملاحظة مجهرية للخميرة بتكبير X 700	كمية ATP المنتجة لكل جزيئة غلوكوز مستهلكة
1		38
2		2

الوثيقة (2)

الشكل-1-
الشكل-2-
م

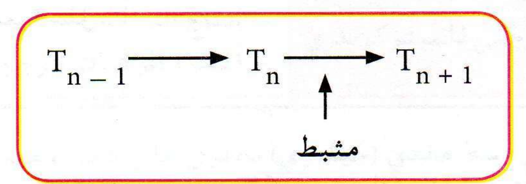
الوثيقة (3)

تمرين 69

أ – إن إنتقال الإلكترونات عبر السلسلة التنفسية على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري ينتهي بإرجاع الـ O_2 وتشكل الماء.
– ما هو مصدر هذه الإلكترونات؟



ب – هناك عدة مثبطات نوعية تمنع إنتقال الإلكترونات عبر نواقل السلسلة التنفسية تستخدم عادة لتحديد كيفية توضع مجموعة نواقل على طول السلسلة التنفسية.
علما بأن النواقل التي تقع قبل تأثير المثبط تكون في حالة إرجاع والتي تقع بعد تأثير المثبط تكون في حالة أكسدة.
1 – تمكنا من إيقاف الإلكترونات المستمرة بإستخدام مثبط بين الناقلين T_n و T_{n+1}.



– حدد النواقل التي تكون في حالة أكسدة و التي تكون في حالة إرجاع، علل إجابتك؟
2 – إن السلسلة التنفسية للبكتريا مماثلة للسلسلة التنفسية للغشاء الداخلي للميتوكوندري حيث تحتوي ناقلين للهدروجين هما NAD وFAD وأربعة نواقل للإلكترونات T_1 ، T_2 ، T_3 ، T_4 ترتيبها غير معروف.
– لتحديد ترتيب هذه النواقل إستخدمت خمس مثبطات وهي: (أ ، ب، جـ ، د، هـ) في كل تجربة يستخدم مثبط ونلاحظ النواقل التي تكون في حالة أكسدة (+) والنواقل التي تكون في حالة إرجاع (–) فحصلنا على النتائج المسجلة في الجدول المجاور:

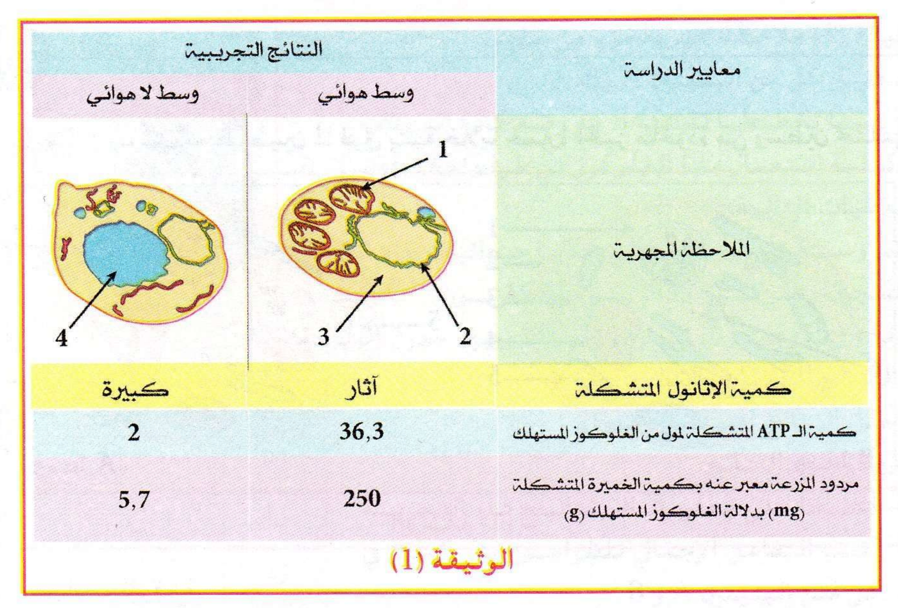
الناقل / المثبط	NAD	FAD	T_1	T_2	T_3	T_4
أ	–	–	–	–	–	–
ب	–	–	+	+	+	+
ج	–	–	–	+	–	–
د	–	–	+	+	–	+
هـ	–	–	–	+	–	+

a – ما هو تأثير المثبط أ؟
b – إعتمادا على نتائج الجدول حدد ترتيب تدخل النواقل T_1 ، T_2 ، T_3 ، T_4 وحدد مكان تأثير المثبط في كل حالة. علل.
c – هل بامكانك إعطاء ترتيب تدخل الـ NAD والـ FAD من خلال هذه التجربة إذا علمت أن كمون الاكسدة والإرجاع للزوج $NADH_2/NAD$ = 0,32 ـ فولط وللزوج $FADH_2/FAD$ = 0,10 ـ فولط، أكتب بعد ذلك تسلسل تدخل هذه النواقل جميعا.
3 – هناك ثلاثة أنواع من المثبطات التنفسية وهي :
السيانور (CN): يمنع إنتقال الإلكترونات من آخر ناقل إلى الأكسجين.
الدنتروفينول (DNP): يجعل غشاء الميتوكوندري نفوذ للبروتونات.
الاوليغوميسسين (Oligo): يمنع تركيب الـ ATP على مستوى الكريات المذنبة أي أنه يخرب هذه الأخيرة.
a – ما هو المثبط الذي لعب دور السيانور في التجربة (الجدول)؟
وعند إستخدام السيانور هل يكون هناك : – حركة الإلكترونات؟
– تشكل الـ ATP؟
b – كيف تكون إجابة السؤال (a) عند إستخدام الدنتروفينول والأوليغوميسسين.
c – إستخرج شروط تشكل الـ ATP.

تمرين 70

تستمد الكائنات الحية غير ذاتية التغذية طاقتها من مادة الأيض والتي تحول جزء منها إلى طاقة كيميائية قابلة للإستعمال في وظائف حيوية مختلفة، وقصد التعرف على الآليات البيولوجية لهذا التحول أجريت الدراسة التالية:
I – وضعت كميتان متساويتان من خلايا الخميرة في وسطين زراعيين (بهما محلول غلوكوز بنفس التركيز) في شروط ملائمة، لكن أحدهما في وسط هوائي والآخر في وسط لا هوائي، نتائج هذه الدراسة ممثلة في الوثيقة (1).





معايير الدراسة	النتائج التجريبية	
	وسط هوائي	وسط لا هوائي
الملاحظة المجهرية		
كمية الإثانول المتشكلة	آثار	كبيرة
كمية الـ ATP المتشكلة لمول من الغلوكوز المستهلك	36,3	2
مردود المزرعة معبر عنه بكمية الخميرة المتشكلة (mg) بدلالة الغلوكوز المستهلك (g)	250	5,7

الوثيقة (1)

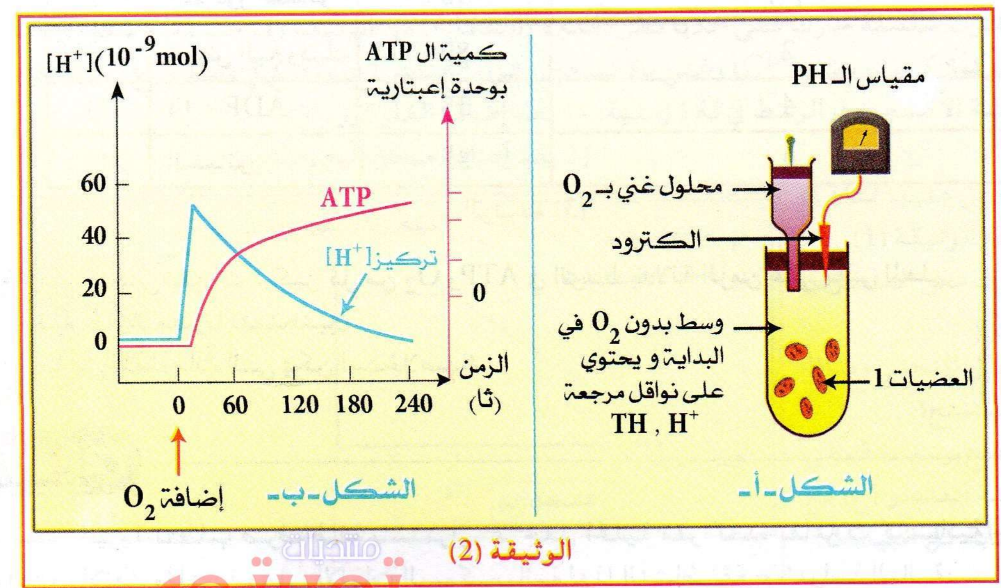
1 – ضع البيانات المشار إليها بالأرقام من 1 إلى 4.
2 – قارن بين النتائج التجريبية في الوسطين.
3 – ما هي الظاهرة الفيزيولوجية التي تحدث في كل وسط؟ علل إجابتك.
4 – ماذا تستنتج فيما يخص مردود الظاهرتين المعنيتين؟
5 – أكتب المعادلة الإجمالية لكل ظاهرة.

II – تلعب العضيات (1) الممثلة بالوثيقة (1) دورا أساسيا في عملية أكسدة مادة الأيض وإنتاج طاقة بشكل جزيئات الـ ATP، ولمعرفة آلية تشكل هذه الجزيئات أنجزت تجربة بإستعمال التركيب التجريبي المبين في الشكل "أ" من الوثيقة (2) :

التجربة: تمت معايرة تركيز الـ $[H^+]$ في الوسط وكمية الـ ATP المتشكلة قبل وبعد إضافة كل من الـ O_2 والـ (Pi + ADP) للوسط.

النتائج المحصل عليها ممثلة في الشكل "ب" من الوثيقة (2).

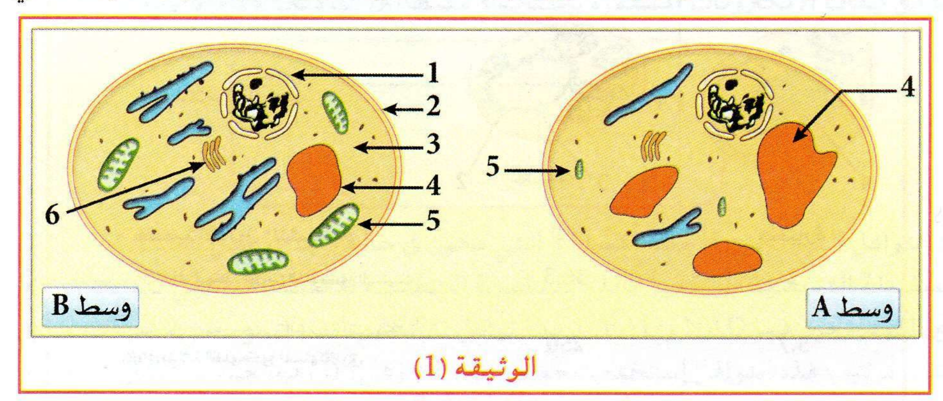
1 – قدم تحليلا مقارنا للنتائج الممثلة في الشكل "ب" من الوثيقة (2).
2 – ماذا تستنتج؟
3 – مثل برسم تخطيطي وظيفي دور كل من النواقل المرجعة والـ O_2 في تشكل الـ ATP على مستوى هذه العضيات.



الوثيقة (2)

تمرين 71

شكلي الوثيقة (1) تمثلان رسمين تخطيطيين لما فوق بنية خلايا خميرة الخبز مأخوذة من وسطين مختلفي التهوية.

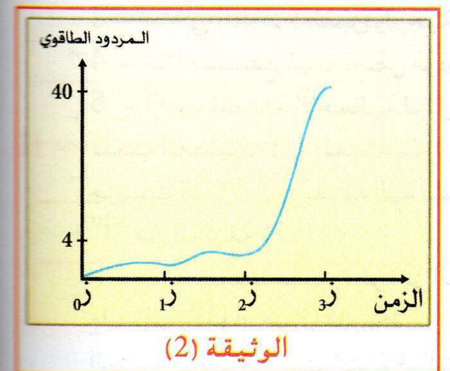


الوثيقة (1)

1 — تعرف على البيانات المرقمة.

2 — ماذا تستنتج من التحليل المقارن لشكلي الوثيقة (1)؟

3 — عند قياس المردود الطاقوي لهذه الخلايا في الوسط (B) تحصلنا على النتائج المبينة في الوثيقة (2).



الوثيقة (2)

أ — حلل المنحنى البياني.

ب — حدد اسم ومقر التفاعلات التي تتم خلال الفواصل الزمنية (ز0 – ز1)، (ز1 – ز2)، (ز2 – ز3).

جـ — بين بمعادلة إجمالية التفاعل الحاصل في الفاصل الزمني (ز0 – ز1).

4 — لدراسة الظواهر التي تحدث في الفاصل الزمني (ز2 – ز3) بجهاز الـ EXAO وضع في المفاعل الحيوي معلق من العضيات (5) في وسط متساوي التوتر مشبع بـ O_2 وذو PH = 7 يمكن إضافة مواد ومحاليل في أزمنة مختلفة، وبواسطة لواقط يمكن تتبع تغيرات تركيز O_2 وATP في الوسط. النتائج المحصل عليها ممثلة في جدول الوثيقة (3).

الزمن	المادة المضافة	O_2 الوسط (%)	تركيز ATP في الوسط (وحدة اعتبارية)
ز0	جلوكوز	90	1,5
ز1	جلوكوز مفسفر	90	1,5
ز2	حمض البيروفيك	80	2
ز3	ADP + Pi	35	4
ز4	السيانور	35	4

الوثيقة (3)

أ — أرسم منحنى تغيرات تركيز كل من O_2 وATP في الوسط بدلالة الزمن على نفس المعلم.

ب — قدم تحليلا مقارنا للمنحنيين.

جـ — ما هي المعلومات التي يمكن استخلاصها؟

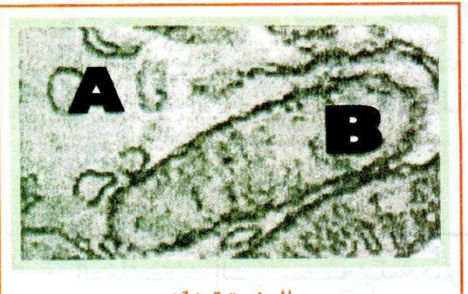
تمرين 72

ان النشاطات الحيوية تتطلب صرف طاقة باستمرار، مما جعل الخلية مقرا لعدة تفاعلات كيميائية مرتبطة بتحويل الطاقة واستعمالاتها، وللتعرف على الآليات البيوكيميائية لهذا النشاط نقترح الدراسة التالية:

I – تبين الوثيقة (1) ملاحظة مجهرية لجزء من خلية:

1 – حدد هوية كل من البنيتين A وB.

2 – أنجز رسما تخطيطيا للبنية B مع وضع كافة البيانات.



الوثيقة (1)

II – لفهـــم كيفية استعمال مادة الغلوكوز من طرف الخلايا الحيوانية نقترح المعطيات التالية:

1 – نحضر وســط زرع يحتوي على خلايـا حيوانية، نزود الوسط بالأكسجين وغلوكـوز G موســوم بالكاربـون C^{14} ونتتبع الإشعاع في الأوقات ز0، ز1، ز2، ز3، ز4، ويبين جدول الوثيقة (2) النتائج المحصل عليها:

الزمن	وسط الزرع	البنية A	البنية B
ز0	G^{+++++}		
ز1	G^{++}	G^{+++}	
ز2		P^{+++}	P^{++}
ز3	CO_2^{+}		P^{+++}
ز4	CO_2^{++}		

الوثيقة (2)

P: حمض البيروفيك

عدد إشارات + تعبر عن نسبة الاشعاع والعلاقة طردية.

أ – حلل النتائج المبينة في الجدول.

ب – فسر هذه النتائج.

جـ – اعتمادا على معلوماتـك ونتائـج هذه التجربـة اكتب التفاعل الإجمالي للظواهـر التي تحدث في كل مـن البنيتين A و B.

2 – نحضـر وسطـين يحتويان على نواقـل مرجعة RH_2 و ADP و Pi بوجود الأكسجين:

– الوسط الأول يحتوي على أجزاء من الغشاء الخارجي للبنية B.

– الوسط الثاني يحتوي على أجزاء من الغشاء الداخلي للبنية B.

النتائج المحصل عليها ممثلة في جدول الوثيقة (3).

البنية B	النتائـج
أجزاء من الغشاء الخارجي	عدم إنتاج ATP عدم أكسدة النواقل RH_2 إلى R
أجزاء من الغشاء الداخلي	إنتاج ATP أكسدة النواقل RH_2 إلى R

الوثيقة (3)

أ – فسر هذه النتائج

ب – اكتب التفاعلات التي تؤدي إلى:

– أكسدة النواقل RH_2.

– الفسفرة التأكسدية.

تمرين 73

(بكالوريا 2011)

I – 1 – أنجـزت سلسلة تجارب على خلايا فطر الخميرة (الشكل أ) من الوثيقة (1) حيث تم وضعها في وسط زرع بـه غلوكوز كربونه مشع (C^{14}) وغني بالأكسجين. عزل العنصر (ع) ووضع في وسط زرع به أكسجين وتم قياس كمية الأكسجين في الوسط في فترة زمنية: ز1 بعد إضافة الغلوكوز.

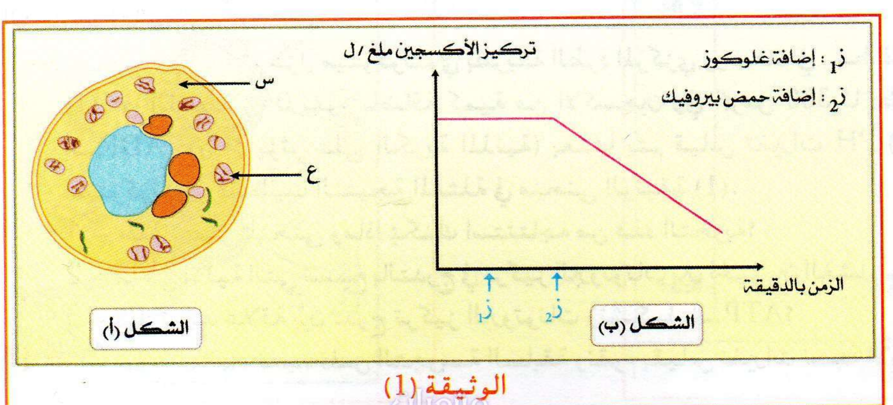
ز2 بعد إضافة حمض البيروفيك.

النتائج المحصل عليها ممثلة في الشكل (ب) من الوثيقة (1).

أ – تعرف على العنصرين س وع.

ب – حلل المنحنى ومـاذا تستنتج؟

جـ – وضح برسم تخطيطي بنية العنصر (ع) مع كتابة كل البيانات.



الوثيقة (1)

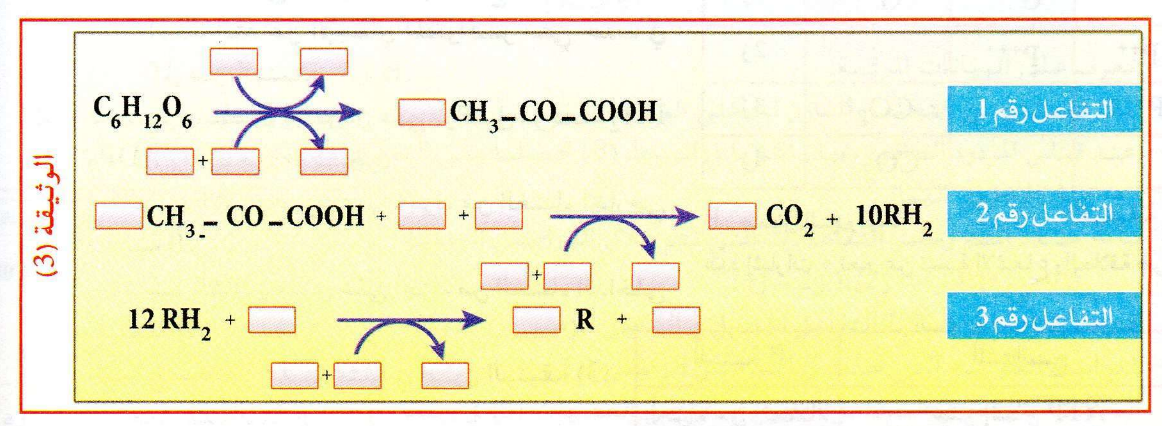
2 – بهدف دراسة مقر تشكيل حمض البيروفيك ومصيره تم تتبع مسار الإشعاع داخل الشكل (أ) من الوثيقة (1). النتائج المحصل عليها مدونة في جدول الوثيقة (2).
– حلل وفسر النتائج المبينة في جدول الوثيقة (2).

الزمن	الوسط الخارجي	العنصر (س)	العنصر (ع)
ز0	$*G^{+++++}$		
ز1	$*G^{+++}$	$*G^{++}$	
ز2		$*P^{++}$ - $*G^{++}$	$*P^{+}$
ز3	$*CO_2$		$*P^{+++++}$

$G*$: غلوكوز مشع
$P*$: حمض بيروفيك مشع
+: تركيز. نسبة الإشعاع تتناسب طردا مع عدد إشارات +

الوثيقة (2)

II – تحدث على مستوى العناصر السابقة سلسلة من التفاعلات التي تسمح بالحصول على بعض المركبات الممثلة في جدول الوثيقة (2). لخصت هذه التفاعلات في الوثيقة (3):



1 – أكمل التفاعلات وذلك بوضع البيانات المناسبة في كل إطار.
2 – أعط الاسم المناسب لكل تفاعل (1، 2، 3) ثم حدد مقره على المستوى الخلوي.
3 – من بين التفاعلات، حدد تلك التي تفسر تغيرات تركيز الأكسجين في الشكل (ب) من الوثيقة (1).
4 – وضح برسم تخطيطي عليه البيانات كيفية حدوث التفاعل الثالث.
5 – اعتمادا على نتائج التفاعلات (1، 2، 3) أحسب الحصيلة الطاقوية عند هدم 1 مول من الغلوكوز.

تمرين 74

نريد دراسة تحويل الطاقة الكامنة في المركبات العضوية إلى طاقة قابلة للاستعمال (ATP) هذه الاخيرة التي تعتبر كمثابة العملة المتداولة بين الخلية ونشاطاتها .
يعتبر التنفس وسيلة يتم فيها هذا التحول وذلك بأكسدة المادة العضوية وفسفرة الـ ADP لفهم هذه الآلية نقترح دراسة التجارب التالية:

I – التجربة ـ 1 ـ : تم عزل ميتوكوندري بطريقة الطرد المركزي ووضعت في وسط فيزيولوجي كما هو ممثل في الوثيقة (1)، في اللحظة ز=0 نقوم باضافة كمية من الاكسجين وفي الزمن 300 ثا نضيف مادة الـ DNP (تمنع فسفرة الـ ADP دون أن يؤثر على الكرية المذنبة) بعدها يتم قياس تغيرات PH (تركيز H^+) الوسط في معلق من الميتوكوندري فأعطيت النتيجة الممثلة في منحنى الوثيقة (1).
1 – حلل وفسر المنحنى وماذا يمكنك استنتاجه من هذه التجربة؟
2 – ما هي الآلية التي تسمح بالتدرج في تركيز البروتونات بين الحيز بين الغشاءين والمادة الأساسية للميتوكوندري؟
3 – هل توجد علاقة بين تدرج تركيز البروتونات وتشكيل الـ ATP؟

II – التجربة ـ 2 ـ : نعيد نفس التجربة السابقة ونقوم بقياس تغيرات نسبة الأوكسجين المنحلة في الوسط خلال



التجربة، بحيث في :

– في ز0: الوسط يحتوي فقط على الميتوكوندري.

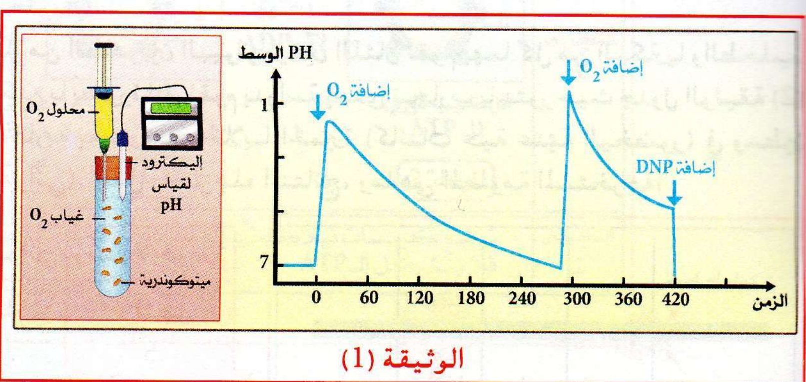
– في ز1: نحقن مادة عضوية وهي حمض الليمون (مركب سداسي الكربون C6).

– في ز2: نحقن مادة سيانور البوتاسيوم (الذي يثبت المعقد (IV) من السلسلة التنفسية).

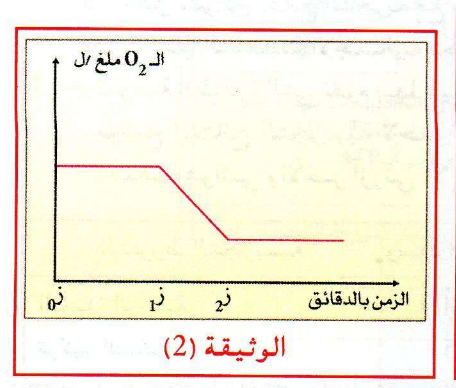
والنتائج المتحصل عليها ممثلة في منحنى الوثيقة (2).

1 – كيف تشرح ثبات نسبة الأوكسجين من ز0 إلى ز1 وبعد ز2؟

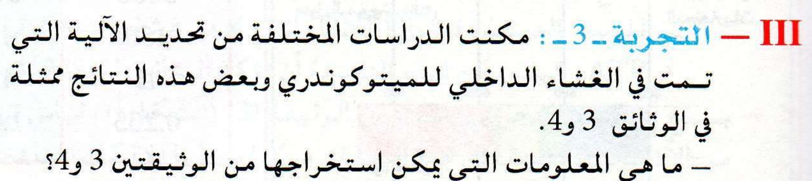
2 – إذا علمت أن حمض الليمون مادة أيضية وسطية لحلقة كريبس. اشرح كيف أن وجوده يغير من نشاط الميتوكوندري.



الوثيقة (1)

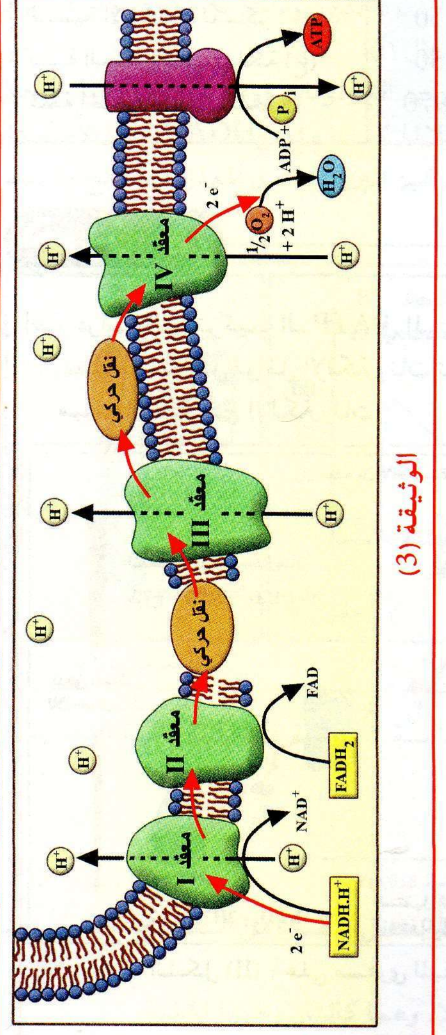


الوثيقة (2)

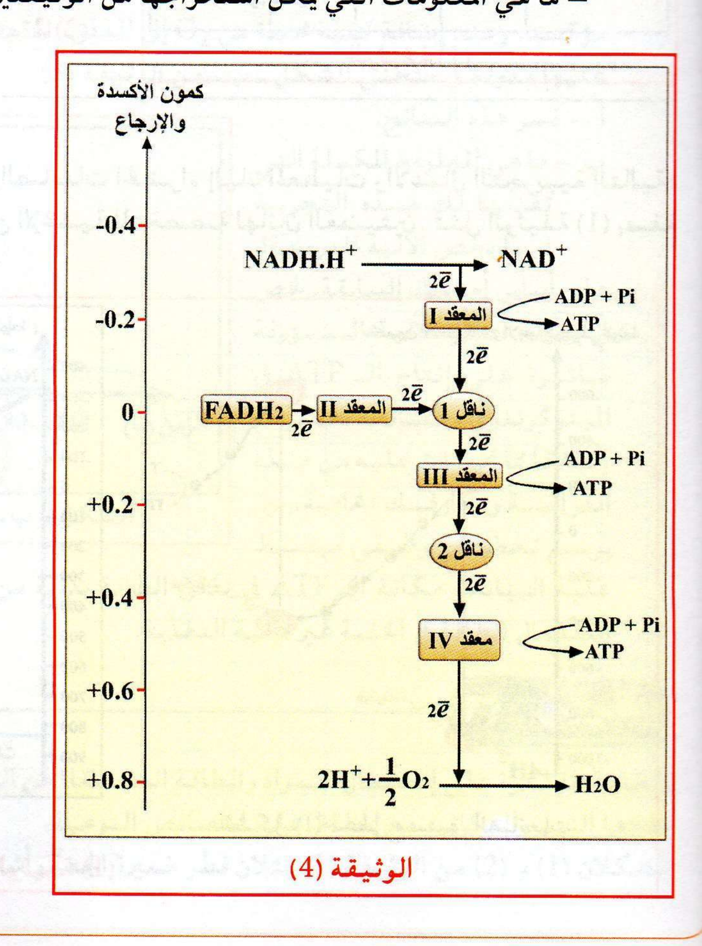


III – التجربة - 3 - : مكنت الدراسات المختلفة من تحديد الآلية التي تمت في الغشاء الداخلي للميتوكوندري وبعض هذه النتائج ممثلة في الوثائق 3 و4.

– ما هي المعلومات التي يمكن استخراجها من الوثيقتين 3 و4؟



الوثيقة (3)



الوثيقة (4)

تمرين 75

I — من أجل فهم تأثير مختلف الإشعاعات الضوئية على ظاهرة التركيب الضوئي، قام الباحث Engelman سنة 1885 بتجربة مراحلها كالتالي: • وضع طحلبا خيطيا (Cladophora) بين صفيحة وساترة، في قطرة ماء، ثم وضع التحضير تحت المجهر، وسلط عليه ضوءا محللا بواسطة موشور.

• أضاف إلى المحضر بكتيريا محبة للاكسجين، وقادرة على الحركة في وسط سائل.

• تبين الوثيقة (1) النتائج المحصل عليها بعد دقائق.

1 – ما الهدف من إضافة البكتيريا إلى الوسط؟ 2 – حلل الوثيقة، ماذا تستنتج؟

3 – هل تتوافق نتائج التجربة مع معلوماتك؟

4 – أكتب المعادلة الإجمالية لكل من الظاهرتين البيولوجيتين اللتان تقوم بهما كل من البكتريا والطحلب.

II — لدراسة الظاهرة التي تقوم بها البكتيريا بصورة أدق نقوم بدراسة إحدى تجارب باستور حيث جدول الوثيقة (2) يوضح النتائج التجريبية لإحدى تجاربه بعد وضعه لخلايا الخميرة (كائنات حية عديمة اليخضور) في وسطين أحدهما هوائي والآخر آزوتي (لا هوائي). حلل وفسر هذه النتائج، وما هي المعلومة المستخرجة؟

الشروط التجريبية	وسط هوائي	وسط لا هوائي
المدة الزمنية	9 أيام	3 أشهر
تركيز السكر	5	5
حجم المحلول (ملل)	3000	3000
الكمية الإبتدائية للسكر (غ)	150	150
كمية السكر المستهلكة (غ)	150	45
كتلة الخميرة المتشكلة (غ)	1.970	0.255

الوثيقة (2)

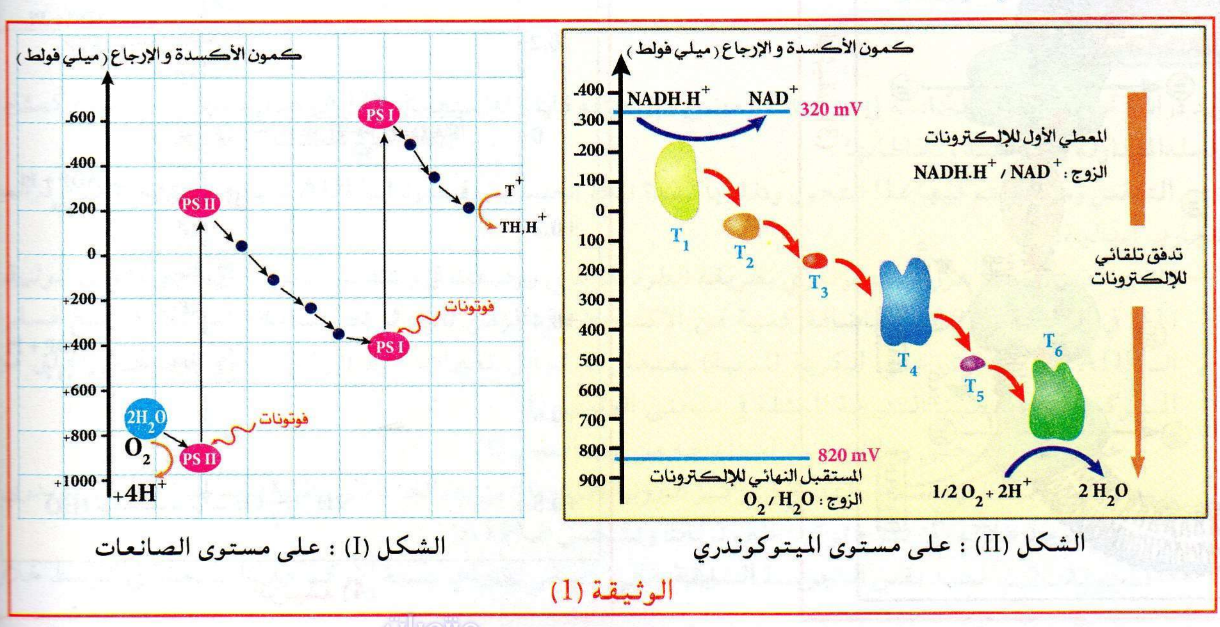
خيط طحلب
تكتل من البكتريات
طول الموجة (nm)
400 500 600 700
ضوء محلل

الوثيقة (1)

تمرين 76

في إطار دراسة آلية تركيب الـ ATP في الميتوكوندري والصانعات الخضراء إليك المعطيات والأعمال التجريبية التالية:

1 — نعلم أن سلاسل نواقل الإلكترونات تتواجد ضمن الإغشية المتخصصة لهاتين العضيتين. تمثل الوثيقة (1) بصفة مبسطة آلية نقل الإلكترونات:



الشكل (I) : على مستوى الصانعات الشكل (II) : على مستوى الميتوكوندري

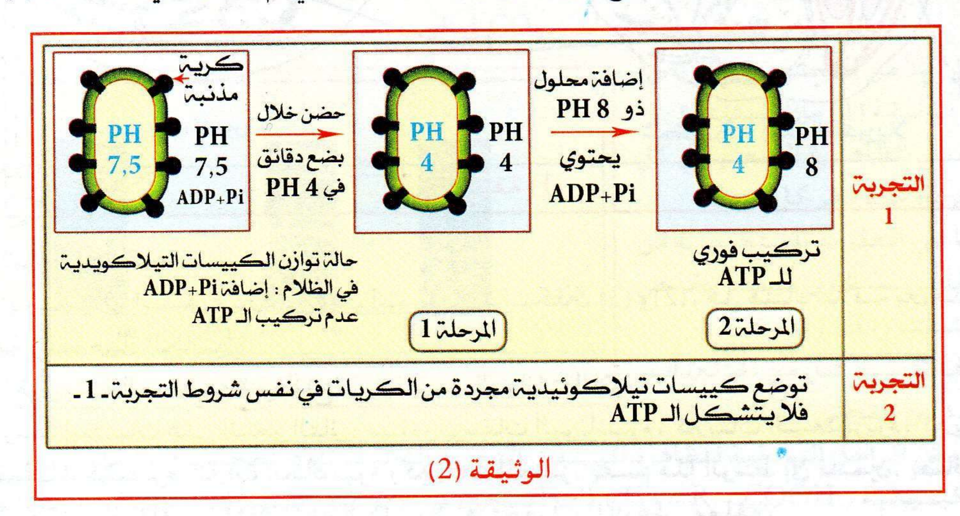
الوثيقة (1)

مستعينا بالمعلومات التي تقدمها هذه الوثيقة ومعارفك الخاصة، إشرح بالنسبة لكل من سلسلتي نقل الإلكترونات الآلية الفيزيائية التي تحدد نقل الإلكترونات.

2 – تلخص الوثيقة (2) تجارب اجريت على كييسات تيلاكوئيدية معزولة خضراء.

– تؤدي تجارب مماثلة بإستعمال حويصلات مقلوبة للميتوكوندري إلى نفس النتائج.

أ – إنطلاقا من هذه المعطيات إستخرج شروط تركيب الـ ATP التي تم إظهارها في هذه التجارب.



الوثيقة (2)

ب – نضع كييسات تيلاكوئيدية في شروط تجريبية مماثلة للمرحلة 2 من التجربة 1 (الوثيقة 2)، ونضيف للوسط الدينيتروفينول (DNP) التي تجعل غشاء التيلاكوئيد نفوذا للبروتونات. نلاحظ عدم تركيب الـ ATP، كيف يمكن لهذه التجربة أن تؤكد النتائج السابقة للسؤال (أ)؟

3 – يسمح التركيب التجريبي الممثل في الوثيقة (3) (الشكل أ) بقياس تركيز البروتونات في معلق ميتوكوندري خال من الأكسجين، نضيف إلى هذا المعلق مركبا معطيا للإلكترونات قابلا للأكسدة مثل $NADH_2$، هذا الأخير غير مؤكسد. وعند إضافة كمية محددة من O_2 إلى المعلق، نلاحظ تغيرا في تركيز البروتونات في المعلق. النتائج المحصل عليها مدونة في منحنى الشكل - ب - من الوثيقة (3).

أ – فسر هذه النتائج.

ب – ما هي المعلومة المكملة التي تقدمها لك هذه التجربة فيما يخص الآلية المدروسة؟

محلول O_2 – إليكترود لقياس pH – غياب O_2 – ميتوكوندرية

تغير تركيز H^+ 10^{-9} (ion.gramme)

+60، +40، +20، 0 – 0، 60، 120، 180، 240 الزمن (ثا) – حقن O_2 t_1

الشكل - أ - الوثيقة (3) الشكل - ب -

4 – على أساس أجوبتك السابقة، لخص في بضعة أسطر الآلية المسؤولة مباشرة على إنتاج الـ ATP في الميتوكوندري والصانعة الخضراء.

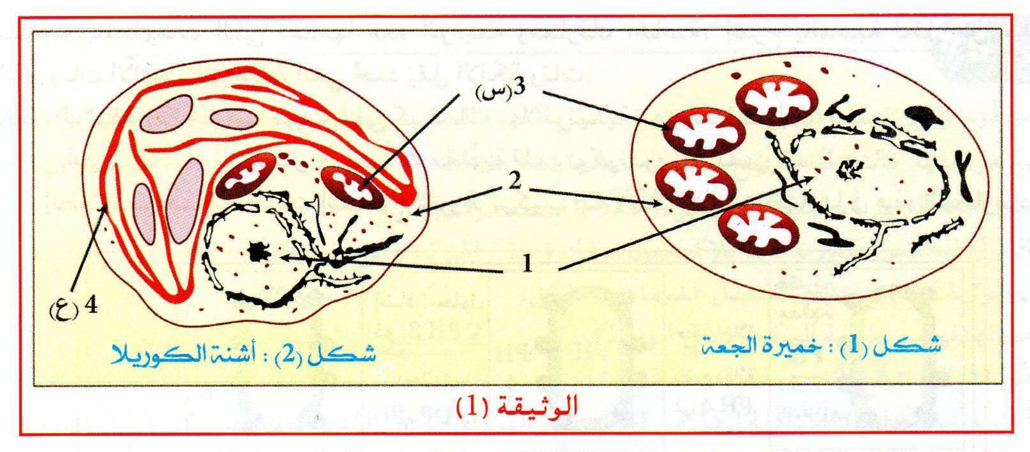
5 – إنطلاقا مما تحصلت عليه من هذه الدراسة ومعارفك الخاصة، بين برسم تخطيطي وظيفي مبسط عليه البيانات مكانة الـ ATP في تدفق الطاقة بداية من تحويل الطاقة الضوئية في الخلية ذاتية التغذية إلى إستعمال الطاقة في الخلية غير ذاتية التغذية.

تمرين 77

للخلية القدرة على إستعمال المواد والطاقة المستقاة من الوسط المحيط بفضل سلسلة من التفاعلات الكيميائية مفادها النمو والتكاثر، مع الحفاظ على الخصائص النوعية.

الشكلان (1) و (2) من الوثيقة (1) يمثلان فطر خميرة الجعة وأشنة الكلوريلا، وهما كائنان وحيدا الخلية.





الوثيقة (1)

1 — أكتب البيانات المرقمة.

2 — ما هي الإختلافات البنيوية بين الكائنين الممثلين بالشكلين (1) و(2)، هل هناك علاقة بين هذه الإختلافات البنيوية و نمط حياة الكائنين؟

3 — أرسم ما فوق بنية العنصرين (س) و(ع)، وارفقهما بالبيانات اللازمة.

4 — نحضر وسط إستنبات على النحو التالي: مـاء، فوسفات البوتاسيوم، كبريتات المغنيزيوم، كبريتات الحديد، ثاني فحمات الكالسيوم، نترات الكالسيوم وكبريتات المغنيز. يقسم هذا الوسط إلى قسمين، يضاف للقسم الاول خلايا خميرة الجعة وللقسم الثاني أشنة الكلوريلا، فنتحصل بذلك على معلقين.
نعرض المعلقين للضوء لفترة زمنية طويلة فنسجل: تكاثر الكلوريلا و نقص الوزن الجاف للخميرة.
أ – ما هي خصائص وسط الإستنبات؟
ب – كيف تفسر هذه النتائج؟ هل تؤكد هذه النتائج إجابتك للسؤال (2).

5 — قمت في المخبر بفحص هاتين الخليتين، فحصلت على الملاحظات التالية للعنصرين (س، ع) تحت شروط تجريبية مختلفة (الوثيقة 2)، إذا علمت أن أخضر جانوس المدد المستعمل يكون أخضرا في حالة الاكسدة ويزول لونه في حالة الإرجاع.

	الخلية المدروسة	التعرض للضوء	وجود CO_2	المعاملة بـ	الملاحظة
(1)	خلية الشكل (1)	+	+	أخضر جانوس المدد	تلون العنصر (س) بالأخضر
(2)	خلية الشكل (2)	–	+	ماء اليود	عدم تلون العنصر (ع)
(3)	خلية الشكل (2)	+	+	ماء اليود	تلون العنصر (ع) بالأزرق البنفسجي
(4)	خلية الشكل (2)	+	–	الماء المقطر	العنصر (ع) ملون بالأخضر
(5)	خلية الشكل (2)	+	–	ماء اليود	عدم تلون العنصر (ع)

الوثيقة (2)

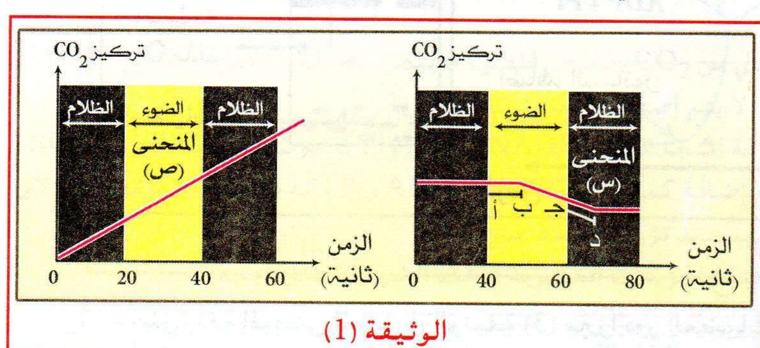
أ – فسر التغيرات اللونية على مستوى العناصر س، ع.
ب – ما هي الظواهر المراد دراستها من خلال النتائج الملاحظة؟

تمرين 78

1 — لدراسة الظواهر الطاقوية للخلية أنجـزت سلسلة من التجارب على طحالب خضراء من نوع « Mougesta» في وسط زرع إصطناعي.

التجربة الأولى : نستنبت هذه الطحالب في وسط زراعي نمده بغاز CO_2 يحتوي على اكسجين مشع O^{18}، ونتابع التطور الكمي لغاز CO_2 المنحل في الوسط، حيث نعرض وسط الزرع بالتناوب للظلام ثم للضوء لفترات زمنية متعاقبة. النتائج المتحصل عليها مدونة في المنحنى (س) من الوثيقة (1).

التجربة الثانية : في وسط خال من CO_2، نرش الطحالب السابقة بمادة (فينيل لوريتان) التي تمنع حدوث المبادلات الغازية اليخضورية و نعرضها بالتناوب لفترات ضوئية و أخرى ظلامية.
نتائج قياس التطور الكمي لغاز CO_2 في الوسط مكن من إنجاز المنحنى (ص) من الوثيقة (1).



الوثيقة (1)

أ – حلل كلا من المنحنيين (س)، (ص) من الوثيقة (1) ماذا تستنتج؟

ب – ما هي الظاهرة المعنية في كل تجربة؟ حدد مقر كل منها.

جـ – ما هي المعلومة المستخلصة من التجربة الأولى فيما يخص تثبيت CO_2 ؟

د – كيف تفسر كل من الجزئين أب، جـد من المنحنى (س)؟

2 – لمعرفة بعض المراحل الوسطية للظاهرة المبينة في التجربة الثانية، نزود الطحالب في مرحلة أولى بمادة أيضية ذات صيغة كيميائية ($H_2 - R - COOH$) ذات أكسجين مشع نسجل إستهلاكا كبيرا لهذه المادة ويرافق ذلك ظهور غاز CO_2 مشع في الوسط، وفي مرحلة ثانية نزود هذه الطحالب بنفس المادة الأيضية ذات هيدروجين مشع ($H_2 - R - COOH$)، نلاحظ ظهور ماء مشع في وسط الزرع H_2O، وبموازاة ذلك نسجل إنخفاضا محسوسا في تركيز O_2 في وسط الزرع.

– أذكر إسم التفاعل المبين في كل مرحلة. ماذا تستخلص؟

3 – بالإعتماد على النتائج المستخلصة من هذه التجارب ومن معلوماتك الخاصة وضح العلاقة الموجودة بين هاتين الظاهرتين اللتين كانتا محل دراسة في هذا التمرين مدعما إجابتك بمعادلات كيميائية إجمالية.

تمرين 79

I – اليوغولينا طحلب وحيد الخلية الوثيقة (1) يمكن زراعته في أوساط غذائية مختلفة في وجود الضوء أو في غيابه.
الجدول الموالي يلخص سلوك الطحالب في أوساط زراعية مختلفة خلال عدة أيام:

	الوسط 1	الوسط 2
شروط الوسط	ماء + أملاح معدنية	ماء + أملاح معدنية + جلوكوز
الضوء	الطحالب خضراء تنمو وتتكاثر	الطحالب خضراء تنمو وتتكاثر
الظلام	تموت الطحالب بسرعة	الطحالب غير خضراء تنمو وتتكاثر

سوط
أ
ب
الوثيقة (1)

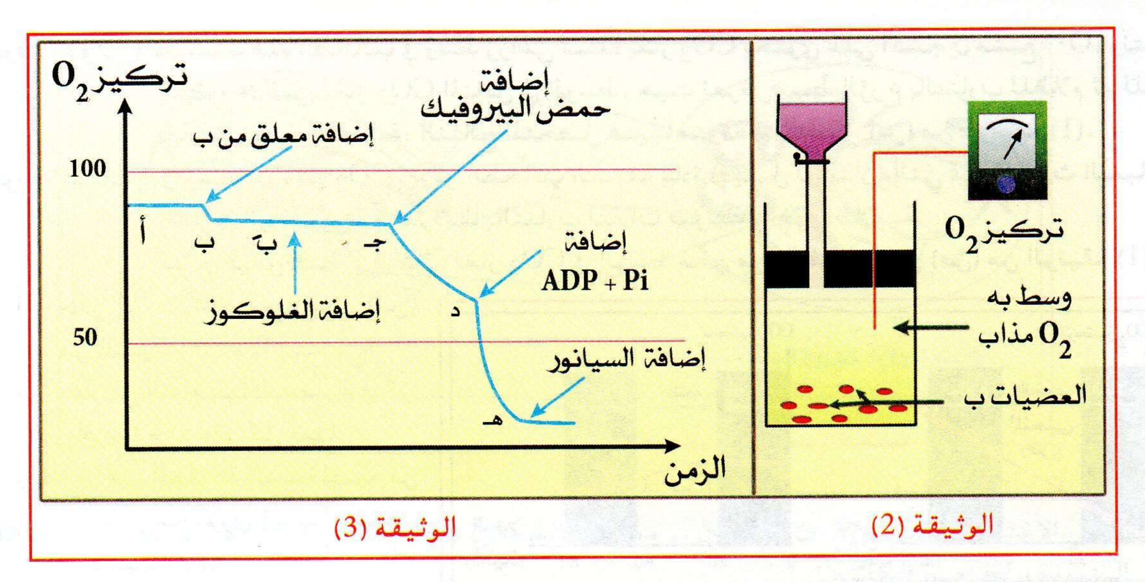
1 – فسر النتائج المتحصل عليها في كلا الوسطين.

2 – إعتمادا على معطيات الجدول والوثيقة (1) هل بإمكانك التعرف على العضيتين "أ و ب" وعلاقتهما بسلوك الطحلب في الوسطين السابقين.

II – لغرض تحديد دورا العضية (ب) نقترح التجربة التالية:

التجربة : عزلت العضيات (ب) بواسطة جهاز الطرد المركزي، ووضعت في محلول مناسب (موقي ومتساوي التوتر) مشبع بالأكسجين. تمثل الوثيقة (2) جهاز قياس كمية الأكسجين في الوسط تبعا للزمن ولمختلف المواد المتفاعلة المضافة إلى الوسط، نتائج التسجيل ممثلة بيانيا في الوثيقة (3).





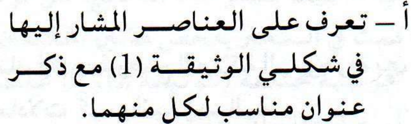
الوثيقة (3) الوثيقة (2)

1 – حلل بدقة المنحنى الممثل في الوثيقة (3) مبرزا دور العضيات (ب) في الخلية.

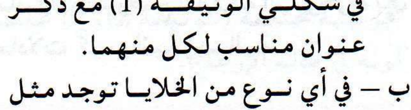
2 – لخص في رسم تخطيطي وظيفي أهم مراحل الظاهرة المعنية محددا مقرها.

تمرين 80

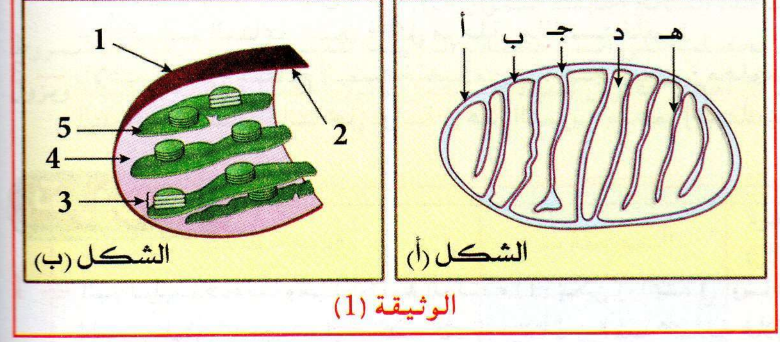
1 – لغرض دراسة الظواهر الطاقوية للخلية نقترح عليك الوثيقة (1) التي تم إنجازها إنطلاقا من فحص بالمجهر الإلكتروني.



أ – تعرف على العناصر المشار إليها في شكلي الوثيقة (1) مع ذكر عنوان مناسب لكل منهما.



ب – في أي نوع من الخلايا توجد مثل هذه العضيات؟



الوثيقة (1)

2 – قصد معرفة كيفية تحول الطاقة على مستوى الخلية النباتية اليخضورية أجريت التجارب التالية :

أ – وضعت عضيات الشكل (ب) للوثيقة (1) معزولة في وسط ماء ذو أكسجين مشع (H_2O^*) و ADP و Pi ومادة مستقبلة للإلكترونات والبروتونات (H^+ ، e^-) يرمز لها بـ : T.

- عند إضاءة التركيب التجريبي نلاحظ: إنطلاق O_2 + إنتاج ATP + إرجاع T إلى TH_2.
- عند وضع التركيب التجريبي في الظلام نلاحظ : توقف الظواهر السابقة، كيف تفسر هذه النتائج؟

ب – نعيد التجربة السابقة في وجود الضوء لكن كمية النواقل في الوسط محدودة، نلاحظ توقف إنطلاق O_2 (المشع) بعد مدة معينة من إنطلاقها. ما هي المعلومة التي تقدمها لك هذه التجربة؟

3 – لدراسة تحويل الطاقة على مستوى خلية حيوانية، نقوم بالتجربة التالية :

نحضن نسيجا حيوانيا في وسط غني بالـ O_2 وبه غلوكوز ذو

الأزمنة	الوسط الخارجي	الوسط الخارجي: الهيالوبلازم	الوسط الخارجي: العضية (أ)
ز0	G^{++++}		
ز1	G^{++}	G^{++}	
ز2		P^{++}	P^{++}
ز3	CO_2^{+}		K^{+} P^{++}
ز4	CO_2^{++}		K^{+++}

المفتاح :
G : غلوكوز
P : حمض البيروفيك
K : مركبات حلقة كريبس
+++ : كميات معتبرة
++ : كميات متوسطة
+ : كميات ضئيلة

الوثيقة (2)

كربون مشع نعاير المركبات الناتجة على فترات زمنية معينة، النتائج المتحصل عليها مدونة في جدول الوثيقة (2).
– حلل هذه النتائج وماذا تستخلص؟

4 – لخص (دون شرح) المراحل الأساسية للتحولات الطاقوية التي تمت دراستها في هذا التمرين محددا مقر كل منها على مستوى عضيات الوثيقة (1).

تمرين 81

1 – عزلت صانعات خضراء ووضعت في وسط خالي من CO_2 ومعرض للضوء الأبيض، يضاف بإستمرار كل من $NADP^+$ و ADP و Pi فلوحظ إنطلاق غاز O_2 إلا إنه لا يتم إصطناع الجزيئات العضوية.

أ – فسر هذه النتائج، وكيف تسمح الإضافة المتجددة للـ $NADP^+$ و ADP و Pi بحدوث الظاهرة (إنطلاق O_2)؟

ب – إذا أعيدت نفس التجربة السابقة مع إضافة كمية من $NADP^+$ و ADP و Pi فإنه بعد مدة يتوقف إنطلاق الأوكسجين، ويلاحظ إنطلاقه من جديد عند تزويد الوسط بـ CO_2.

– فسر هذه النتائج، وهل يمكن إصطناع الجزيئات العضوية في هذه الشروط؟ علل إجابتك.

2 – بتقنية ما فوق الطرد المركزي للتجزئة تم عزل كييسات ثم أجريت التجارب المبينة في الوثيقة (1).

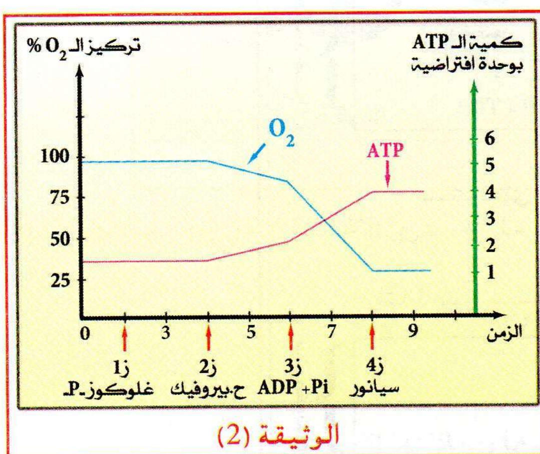
وسط مزود بـ ADP و Pi PH = 8,7 في الظلام	وسط مزود بـ ADP و Pi PH = 7 في الظلام	وسط مزود بـ ADP و Pi PH = 8,7 في الظلام
PH = 4	PH = 7	PH = 4
فسفرة الـ ADP	عدم فسفرة الـ ADP	عدم فسفرة الـ ADP

الوثيقة (1)

أ – ماذا تستخلص من هذه التجارب؟

ب – هل تحصل على نفس النتائج إذا اجريت التجربتان (1) و(3) في الضوء الأبيض؟ علل إجابتك.

3 – لدراسة النشاط الخلوي المرتبط بتدخل الميتوكوندري عزلت هذه العناصر ووضعت في جهاز قياس يحتوي محلولا مغذيا درجة حموضته متعادلة (PH = 7,5) ومشبع بالأكسجين، تم قياس تغيرات كمية الاكسجين والـ ATP في شروط تجريبية مختلفة :



الوثيقة (2)

– في الزمن ز1 تضاف كمية قليلة من الغلوكوز المفسفر.
– في الزمن ز2 تضاف إلى الوسط كمية من حمض البيروفيك.
– في الزمن ز3 تضاف إلى الوسط 200 ميكرومول من الـ ADP + Pi.
– في الزمن ز4 تضاف إلى الوسط كمية من السيانور (يوقف السيانور أحد أنزيمات السلسلة التنفسية).
– النتائج المتحصل عليها مبينة في الوثيقة (2).
• حلل هذه النتائج، وما هي المعلومات التي يمكن إستخلاصها؟

4 – هل تسمح هذه المعطيات بتحديد المراحل الأساسية للنشاط الذي تقوم به الميتوكوندري؟ علل إجابتك.

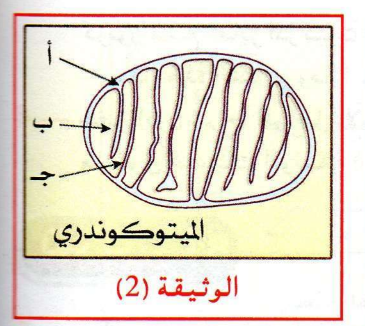
تمرين 82

أ – لمعرفة شروط تركيب الـ ATP في مستوى الميتوكوندري (الوثيقة 2) ننجز التجارب التالية بحيث تحتوي المنطقة (ب) على الـ ADP و Pi، لاحظ الشروط والنتائج في جدول (الوثيقة 1).

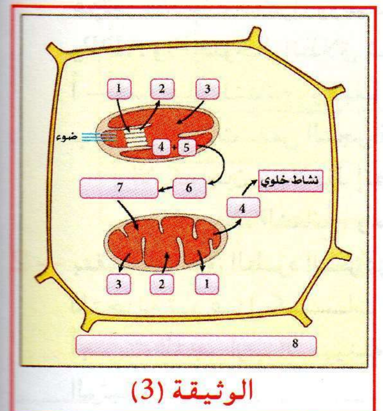


التجارب	المنطقة (أ)	المنطقة (ب)	المنطقة (ج)	النتائج
(1)	PH = 7	PH = 7	وجود الكريات المذنبة	عدم تركيب الـ ATP
(2)	PH = 4	PH = 7	وجود الكريات المذنبة	تركيب الـ ATP
(3)	PH = 4	PH = 7	إنعدام الكريات المذنبة	عدم تركيب الـ ATP

الوثيقة (1)



الوثيقة (2)



الوثيقة (3)

1 – قارن بين نتائج هذه التجارب ثم إستخلص شروط تركيب الـ ATP.

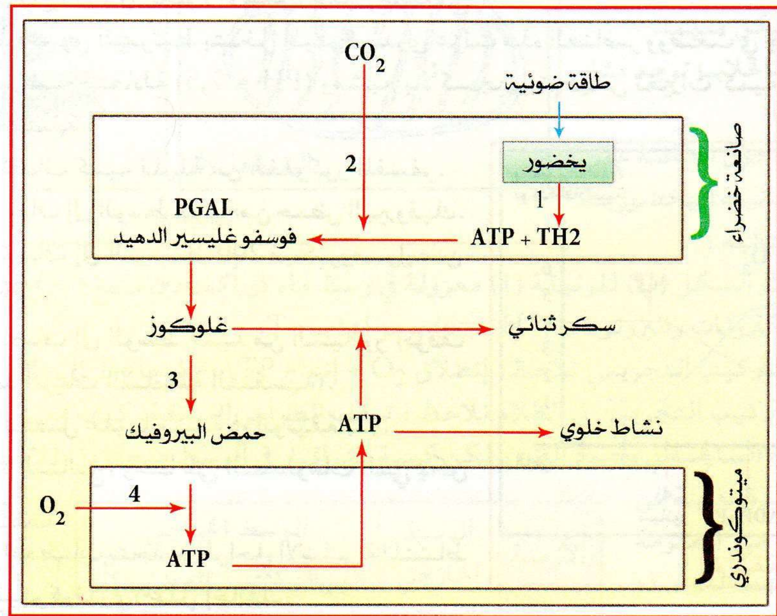
2 – مثل برسم تخطيطي مراحل تركيب الـ ATP في التجربة 2 من الجدول.

ب – إعتمادا على المعلومات المستخلصة وبالإستعانة بمعلوماتك ضع البيانات مكان الأرقام المؤشرة في الوثيقة (3) بعد إعادة رسمها.

– إشرح في نص علمي وجيز التكامل الوظيفي بين الصانعة الخضراء والميتوكوندري.

تمرين 83

تشكل المواد العضوية مصدرا للطاقة اللازمة لحياة الكائنات الحية لإحتوائها على طاقة كامنة في روابطها الكيميائية. نريد أن نبرز بعض مظاهر وآليات التحول الطاقوي بالخلية، إن الوثيقة الموالية تظهر بصورة مبسطة بعض التحولات الطاقوية بالخلية.



أ – سم الظواهر الممثلة بالأرقام 1، 2، 3، 4 حدد مقرها، ثم أكتب المعادلة الإجمالية لكل منها.

ب – أذكرمكونات جزيئة الـ ATP ثم بين برسم تخطيطي مبسط كيفية ترتيب هذه المكونات.

جـ – ما هو الفرق بين دور جزيئة الـ ATP المتشكلة خلال الظاهرة 1 والظاهرة 4.

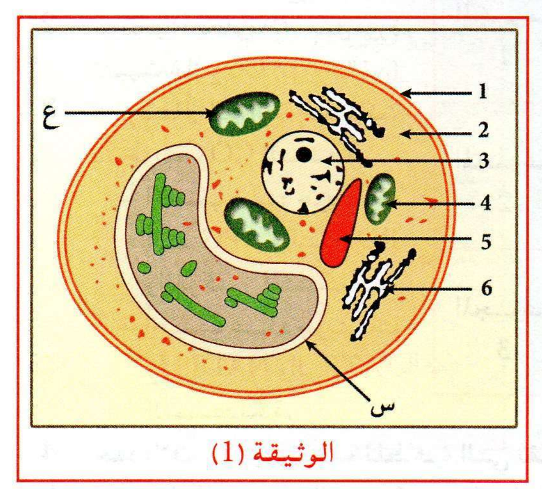
د – إستخرج من المخطط الأدلة التي تبين أن جزيئة الـ ATP تلعب دور عامل إتصال طاقوي، مع التعليل.

هـ – سم الآلية التي ترافق حدوث الظاهرة 1 و 4 ثم إشرح علاقتها بجزيئة الـ ATP.



تمرين 84

نريد دراسة بعض جوانب آليات تحويل الطاقة على مستوى خلية ذاتية التغذية.
تمثل الوثيقة (1) رسما تخطيطيا للبنية الدقيقة لأشنة الكلوريلا.



الوثيقة (1)

1 — ضع البيانات حسب الترقيم المعطى.
2 — لماذا تعتبر هذه الأشنة ذاتية التغذية؟
3 — إن العنصرين س، ع يعتبران مقرا لظاهرتين بيولوجيتين مهمتين.

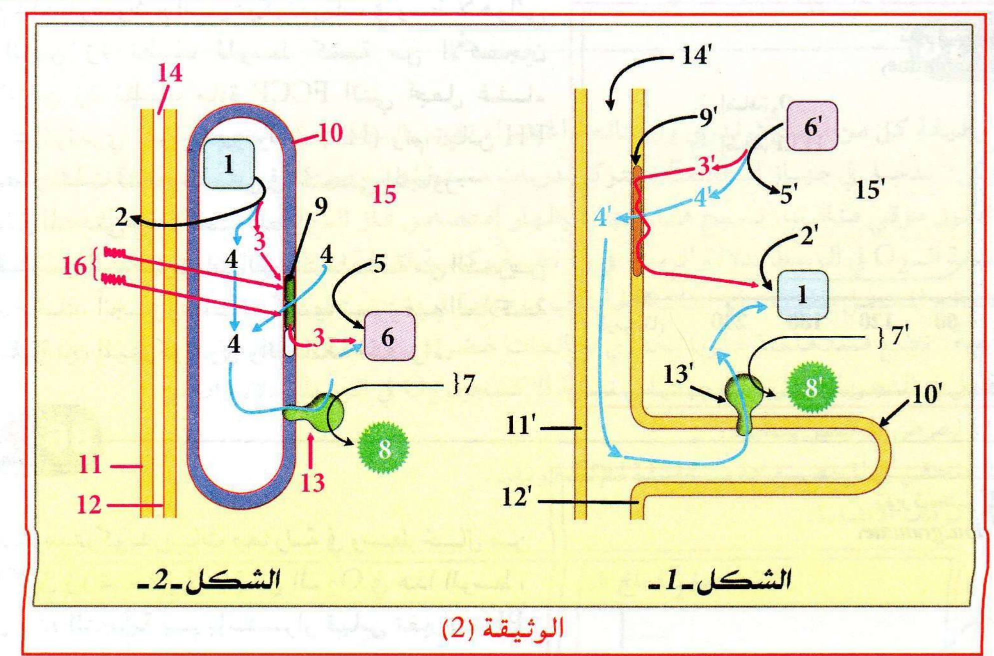
α – سمي هاذين العنصرين س، ع مع ذكر الظاهرة على مستوى كل واحد منهما.

β – كل من شكلي الوثيقة (2) تمثل مرحلة مهمة من إحدى الظاهرتين البيولوجيتين السابقتين.

a – سمي هاتين المرحلتين.

b – ضع البيانات حسب الترقيم دون إعادة الرسم.

c – بين بالنسبة لكل شكل بجدول:



الوثيقة (2)

– مصدر كل من 3 و 3´ ثم 4 و 4´ التي يتم نقلها على مستوى الأغشية في كل من الشكلين (1) و(2) من الوثيقة (2).
– الآلية الفيزيائية التي تحدد إتجاه نقل كل من 3 و3´ثم 4 و4´ في نهاية سلسلة النقل.
– تشكل العنصر 8 و 8´.
– المعادلة الإجمالية لمرحلتي الشكلين (1) و(2).
– ما هي المراحل الناقصة من كل ظاهرة، حدد مقرها ومعادلتها الإجمالية.
– المعادلة الإجمالية للظاهرتين التي تمثل الاشكال (1) و(2) مرحلة من مراحلها.
– قارن بين مرحلتي الشكل (1) والشكل (2) بنص علمي مختصر عما يحدث فيها.

تمرين 85

أ – لإظهار نشاط الصانعات الخضراء نجري سلسلة تجارب في درجة حرارة ثابتة، الشروط والنتائج ندونها في الجدول التالي:



النتائج بعد 10 دقائق	الشروط التجريبية	المجاميع
– زوال اللون الازرق. – عدم تركيب جزيئات عضوية.	– معلق الصانعات معرضة للضوء. – وسط إستنبات خالي من CO_2 – أزرق الميثيلين المؤكسد.	المجموعة 1
– بقاء اللون الازرق. – عدم تركيب جزيئات عضوية.	– معلق الصانعات في الظلام. – وسط إستنبات به CO_2 – أزرق الميثيلين المؤكسد.	المجموعة 2
– زوال اللون و عودة ظهوره. – تركيب جزيئات عضوية.	– معلق الصانعات معرضة للضوء. – وسط إستنبات به CO_2 – أزرق الميثيلين المؤكسد.	المجموعة 3

1 – فسر هذه النتائج التجريبية (علما أن أزرق المثيلين يزول لونه في حالة الإرجاع)

2 – مستعينا بمعلوماتك مثل دورة تثبيت غاز CO_2 (دورة كالفن)

3 – لو فرضنا أن الصانعة إستهلكت 72 جزيئة CO_2 المشعة.

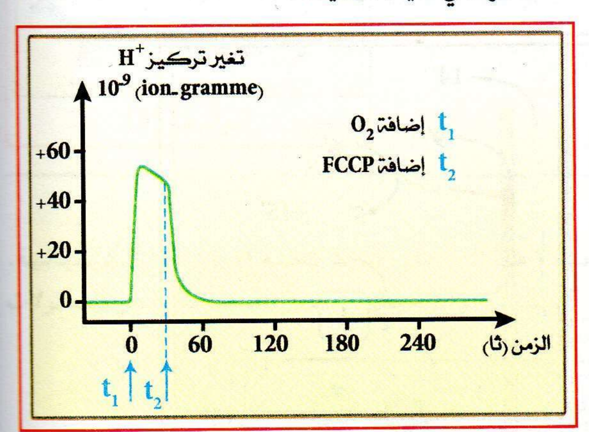
– أحسب عدد جزيئات الـ APG والـ RDP والفركتوز المتشكلة.

– أحسب عدد جزيئات $NADPH_2$ والـ ATP المستهلكة.

4 – حدد الاهمية البيولوجية للظاهرة التي تقوم بها الصانعات الخضراء في حياة الخلية.

5 – نقوم هذه المرة بوضع الميتوكوندريات في وسط لا هوائي وفي الزمن ز1 نظيف للوسط كمية من الأكسجين وفي الزمن ز2 نظيف مادة FCCP التي تجعل غشاء الميتوكوندري نفوذ للبروتونات (H^+) وتم قياس PH الوسط ومثلت نتائج القياس في المنحنى المجاور.

– حلل المنحنى وماذا تستخلص.



ب – إنطلاقا من المعلومات المستخلصة من التمرين ومعلوماتك، أنجز رسما تركيبيا تبرز فيه العلاقة الوظيفية بين الميتوكوندري والصانعة الخضراء.

تمرين 86

I – وضعت ميتوكوندريات معزولة في وسط خال من الـ O_2. في ز1 تم حقن كمية من الـ O_2 في هذا الوسط، وخلال هذه التجربة يتم بإستمرار قياس تغيرات PH الوسط. والنتائج المتحصل عليها ممثلة في منحنى الوثيقة (1):

تغير تركيز H^+
10^9 (ion.gramme)
+60
+40
+20
0
0 60 120 180 240 الزمن (ثا)
t_1

الوثيقة (1)

1 – إذا علمت أن الغشاء الخارجي للميتوكوندري نفوذ للبروتونات H^+ فكيف تفسر تغيرات الـ PH، المبينة في المنحنى؟

2 – ما هي العلاقة الموجودة بين هذا التدرج في الـ PH وتكون الـ ATP؟ وضح ذلك.

II – وضع معلق الصانعات الخضراء في محلول واق خال من CO_2، ثم أجريت عليها عدة تجارب ضمن درجة حرارة ثابتة وفي وجود مركب (D – 6 – 2) دي كلوروفينول أندوفينول لونه أزرق إذا كان مؤكسدا وعديم اللون إذا كان مرجعا، وجدول الوثيقة (2) يوضح الشروط التجريبية والنتائج المتحصل عليها :

1 – حلل نتائج هذه التجارب، ماذا تستخلص؟

2 – فسر بإختصار ما حدث في المجموعة الاولى من الأنابيب؟

3 – ما هي المرحلة التي تم إظهارها في هذه التجارب؟ مع ذكر نواتجها النهائية مع التعليل.



الانابيب	محتوى الأنابيب	الضوء	النتيجة بعد مرور مدة من الزمن
المجموعة 1	7 ملل من المحلول الواقي + 1 ملل من معلق الصانعات الخضراء + 1 ملل من مركب D-6-2	+	زوال لون مركب D-6-2
المجموعة 2	7 ملل من المحلول الواقي + 1 ملل من معلق الصانعات الخضراء + 1 ملل من مركب D-6-2	–	عدم زوال اللون
المجموعة 3	7 ملل من المحلول الواقي + 1 ملل من معلق الصانعات الخضراء مسخن لدرجة 100°م لمدة 10 دقائق + 1 ملل من مركب D-6-2	+	عدم زوال اللون

الوثيقة (2)

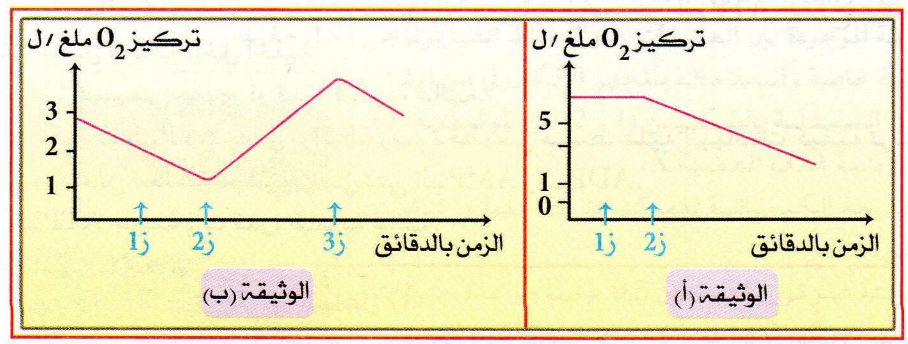
تمرين 87

في إطار دراسة وظيفة كل من الميتوكوندري والصانعة الخضراء نقوم بالتجارب التالية:

التجربة الأولى: ندخل في جهاز الـ Exao ميتوكوندريات مستخلصة من خلايا حيوانية بتقنية الطرد المركزي والموضوعة في محلول موقي مناسب، يسمح هذا الجهاز بإظهار إمتصاص غاز الـ O_2 وإستهلاك مادة الأيض.
نقوم بقياس نسبة الـ O_2 في الوسط بدلالة الزمن: في ز1 نضيف كمية قليلة من الغلوكوز وفي ز2 نضيف كمية من حمض البيروفيك. النتائج المحصل عليها على شاشة الحاسوب موضحة في منحنى الوثيقة (أ).

التجربة الثانية: نضع مستخلصا خلويا يحتوي صانعات خضراء بالإضافة إلى عضيات أخرى، في جهاز تجريبي مماثل للجهاز المستعمل في التجربة الأولى، نقوم بقياس نسبة الاكسجين O_2 في الوسط بدلالة الزمن.

في الزمن ز1: نعرض المحضر للضوء.
في الزمن ز2: نحقن في المحضر مادة مستقبلة للإلكترونات.
في الزمن ز3: نوقف الإضاءة.



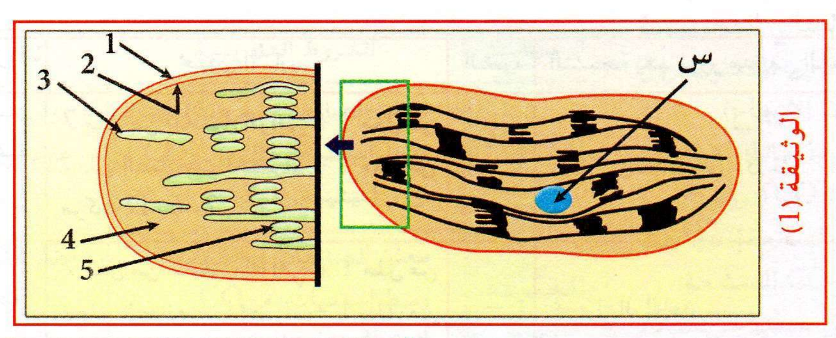
النتائج المحصل عليها على شاشة الحاسوب موضحة في منحنى الوثيقة (ب).

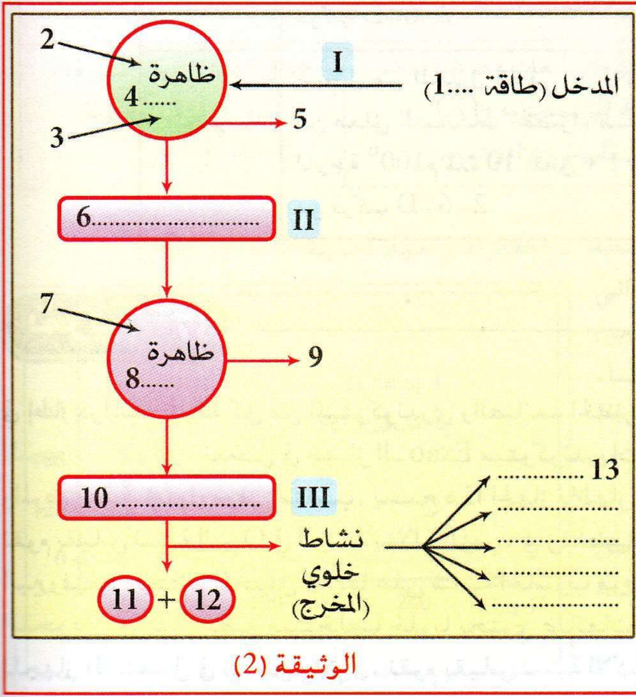
1 — حلل بصورة مفصلة الوثيقتين (أ) و(ب)، ماذا يمكنك أن تستنتج؟

2 — ما هي الظاهرة الفيزيولوجية الهامة التي تحدث في مستوى كل من العضيتين؟

تمرين 88

1 — تمثل الوثيقة (1) ما فوق البنية الخلوية لعضية قيل عنها «لو أفتقدت ستضيع نسبة كبيرة من الحياة على سطح الارض».





الوثيقة (2)

أ – تعرف على العضية وأكتب بيانات العناصر المرقمة من 1 إلى 5.

ب – يظهر الفحص الكيميائي بأن العنصر (س) هي مادة عضوية (النشاء) متشكلة من جزيئات الغلوكوز

- لخص بمعادلة كيميائية إجمالية الآلية التي سمحت بتشكيلها.
- ذكر بالمراحل الأساسية لهذا التشكل، ومقرها على مستوى العضية السابقة.

2 – تمثل الوثيقة (2) مخطط تركيبي لمفهوم الطاقة في حياة الخلايا.

أ – إقرأ المخطط بعناية ثم إملأ الفراغات المرقمة بالبيانات المناسبة دون إعادة رسم المخطط.

ب – حدد طبيعة الطاقة في المستويات I ، II ، III.

تمرين 89

ليكون في متناول الكائنات الحية مصدر طاقة قابلة للإستعمال من طرف الخلايا، فإنها تقوم بتحويل الطاقة المستمدة من الوسط الخارجي إلى طاقة كيميائية يتحول جزء منها إلى جزيئات خاصة هي الـ ATP، نقترح عليك دراسة دور هذه الجزيئة في عمليات تحويل الطاقة داخل الخلية.

يعتبر الـ ATP مركب كيميائي حيوي ذو قدرة طاقوية عالية.

1 – أذكر مختلف مكونات الـ ATP ومثل بواسطة رسم تخطيطي مبسط عليه البيانات كيفية ترتيب مكونات هذه الجزيئة، ثم حدد على هذا الرسم المنجز جزيئتي الـ AMP والـ ADP.

2 – لماذا يعتبر الـ ATP جزيئة ذات قدرة طاقوية عالية؟

3 – لديك التفاعلين الإجماليين التاليين أ ، ب :

أ – ما هي المعلومات الأساسية التي يمكن إستخلاصها من فحص هذين التفاعلين؟

ب – كيف يمكن إعتبار المعلومات التي توصلت إليها دليلا على أن الـ ATP يلعب دور عامل إتصال طاقوي؟

التفاعل (أ)

غلوكوز + فركتوز ← أنزيم ← سكاروز + H_2O + 23 كيلوجول/مول

$ATP + H_2O$ ← أنزيم ← $ADP + Pi + H^+$ – 30,50 كيلوجول/مول

التفاعل (ب)

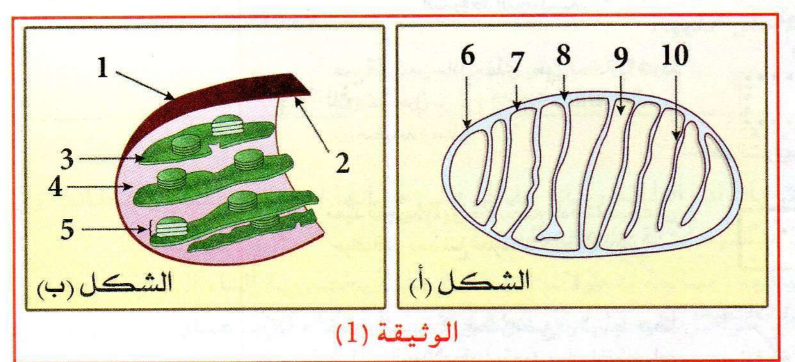
غلوكوز + $6O_2$ ← أنزيم ← $6H_2O + 6CO_2$ – 2840 كيلوجول/مول

$38\ ADP + 38\ Pi$ ← أنزيم ← $38\ ATP$ + 1159 كيلوجول/ مول

4 — يمكن أن يتشكل الـ ATP أثناء ظواهر معينة في عضيتين خلويتين، تمثل الوثيقة (1) ما فوق بنيتيهما الخلوية.

أ – سم العضيتين أ ، ب وتعرف على العناصر المرقمة من 1 إلى 10.

ب – ما هي الظاهرة الطاقوية التي تحدث في كل من العضيتين؟



الوثيقة (1)

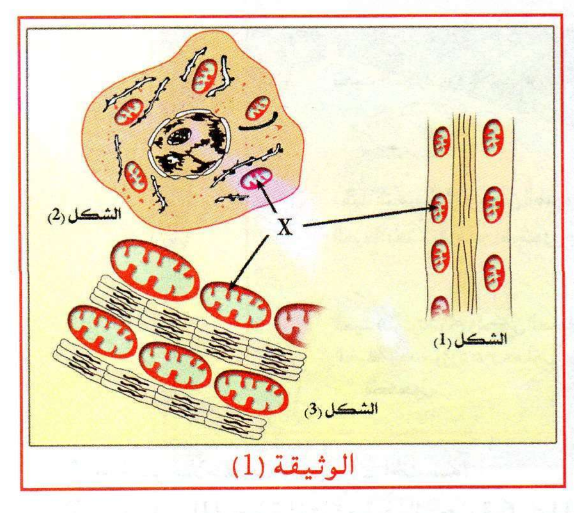
تمرين 90

تمثل الأشكال 1، 2، 3 من الوثيقة (1) ما فوق البنية الخلوية لثلاث خلايا وهي:

الشكل (1): جزء من القطعة المتوسطة لنطفة.

الشكل (2): خلية أصلية لكرية دموية حمراء نشاطها الأساسي تشكيل الهيموغلوبين.

الشكل (3): جزء من الليف العضلي القلبي.



الوثيقة (1)

1 — تعرف على العضية X.

2 — أ – سم الظاهرة التي تحدث في مستوى العضية (X)، ثم أكتب المعادلة الإجمالية للظاهرة.

ب – يفرض أن كمية الطاقة التي ينتجها 1 غ غلوكوز تقدر بـ 15,9 كيلوجول، جزيئة غلوكوز مستعملة من قبل الخلية في وسط هوائي تنتج 38 مول ATP وأن إماهة جزيئة ATP تحرر 30 كيلوجول.

– أحسب بالكيلوجول الطاقة الكيميائية لمول من الغلوكوز.

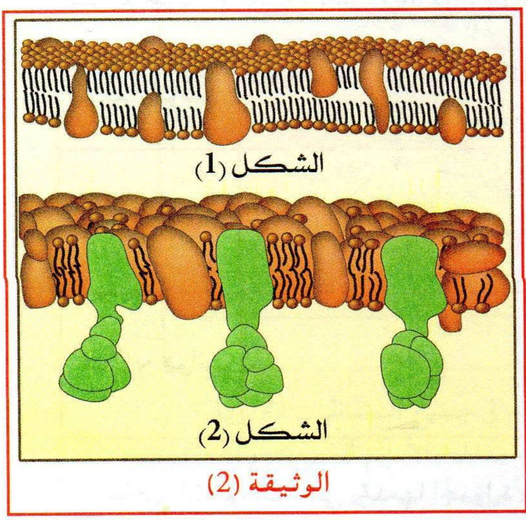
جـ – أحسب بالكيلوجول الطاقة الخزونة على شكل ATP عند إستعمال جزيئة غلوكوز ثم قدر بالنسبة المئوية (%) أي المردود الطاقوي بالنسبة لطاقة مول غلوكوز (H = 1 C = 12 O = 16).

3 — وضح العلاقة الموجودة بين العضيات X والنشاط الفيزيولوجي لكل خلية.

4 — مكنا بتقنية خاصة والملاحظة بالمجهر الإلكتروني من إنشاء المخططين الممثلة بالشكلين (1 ، 2) من الوثيقة (2) المعبرين عن بنية غلاف العضية X.

– حدد الطبيعة الكيميائية للمركبات الداخلة في تركيب كل شكل.

5 — بإفتراض جزيئة غلوكوز واحدة تزن 0,5 غ فما هو عدد جزيئات الـ ATP التي يمكن إنتاجها عند إستهلاك 0,2 كغ من الغلوكوز بواسطة التنفس الهوائي.



الوثيقة (2)

تمرين 91

أ – قام العالم إنجلمان عام 1885 بمجموعة من التجارب منها الموضحة في الجدول الموالي :



رقم التجربة	الشروط التجريبية	الملاحظة فيما يخص توزيع البكتيريا
1	نضع قطرة من سائل مغذي يحوي بكتريا شرهة للأوكسجين من نوع Bacterium termo بين صفيحة و ساترة	فقاعة هوائية، البكتريا، حافة الشريحة
2	نعيد التجربة (1) ولكن نضع مادة شمعية على حواف الشريحة لمنع حدوث المبادلات الغازية	مادة شمعية
3	نعاود التجربة (1) ولكن نضع في الوسط خيط من أشنة الكلادوفورا (تحوي صانعات خضراء) وبغياب الضوء.	خيط الأشنة
4	نعيد التجربة (3) ولكن بوجود الضوء	
5	نعيد التجربة (4) ولكن الضوء يسقط على الخيط بعد مروره عبر موشور زجاجي	البنفسجي، الأحمر، 700 mm، 400 mm
6	نعيد التجربة (4) ولكن الضوء يسقط على الخيط بعد مروره عبر محلول اليخضور الخام في الكحول.	

1 – فسر ملاحظات التجارب الخمسة؟

2 – ما هي الملاحظة المتوقعة في التجربة 6. علل إجابتك؟

3 – إذا علمت أن الإشعاعات الأكثر إمتصاصا من قبل اليخضور هي الحمـراء والبنفسجية. ماذا تستنتج من ذلك اعتمادا من التجربة 5 ؟

4 – ما هو الهدف من إستعمال البكتيريا في التجارب السابقة؟

ب – الخميرة فطر مجهري تستعمل الغلوكوز كمادة أيضيـة، نـزرع (2غ) من الخميرة في وسـط يحتوي على الغلوكوز في شروط تجريبيـة مماثلة لتجارب باستور. إن الملاحظات والنتائج موضحة في الجدول الموالي:

طبيعة الوسط	كمية الغلوكوز المستهلكة لكل غرام من الخميرة المتشكلة	كتلة الخميرة المتشكلة	الفحص المجهري لخلايا خميرة الوسط
"أ" هوائي	4غ	0,60 غ	عدد كبير من الخلايا تمتاز ب: – ميتوكوندريا نامية – شبكة محببة متطورة
"ب" لا هوائي	50غ	0,255 غ	عدد قليل من الخلايا تمتاز ب: – ميتوكوندريات ضامرة – شبكة محببة ضامرة

1 – ما هي المعلومات التي يقدمها الجدول؟

2 – ماذا تستخلص من التحليل المقارن للفحص المجهري لخلايا خميرة الوسطين؟ وهل يدعم المعلومات المستخلصة من السؤال السابق 1؟



3 – إعتمادا على النتائج الملاحظة في الجدول انجز منحنيي تغير عدد جزيئات الغلوكوز المستهلكة وكمية الـ ATP المتشكلة في الوسطين "أ" و"ب" ثم علق عليها.

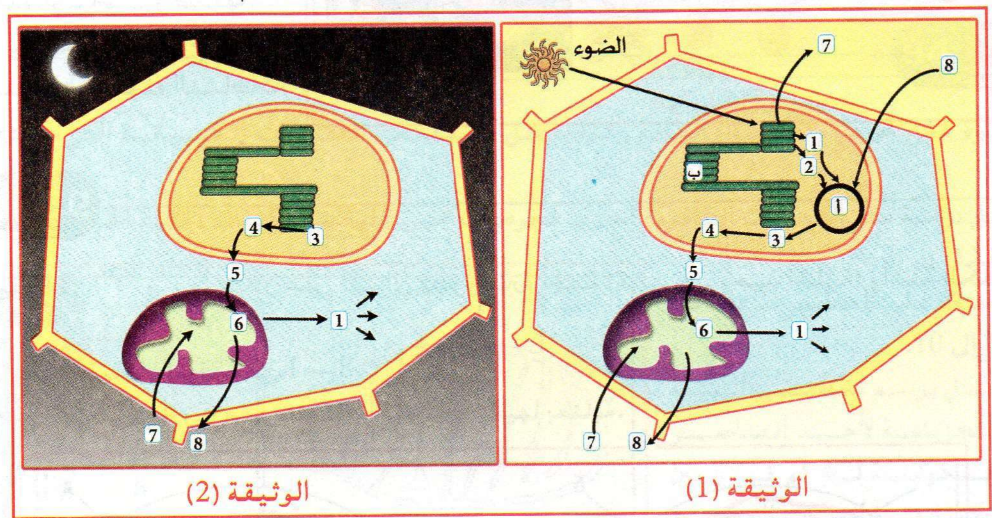
تمرين 92

كل الكائنات الحية تحتاج على إمداد مستمر بالمواد والطاقة وذلك حفاظا على حياتها للقيام بمختلف نشاطاتها وأن حدوث تحولات الطاقة داخل خلاياها في شروط مناسبة ممثلة بالوثائق التالية:

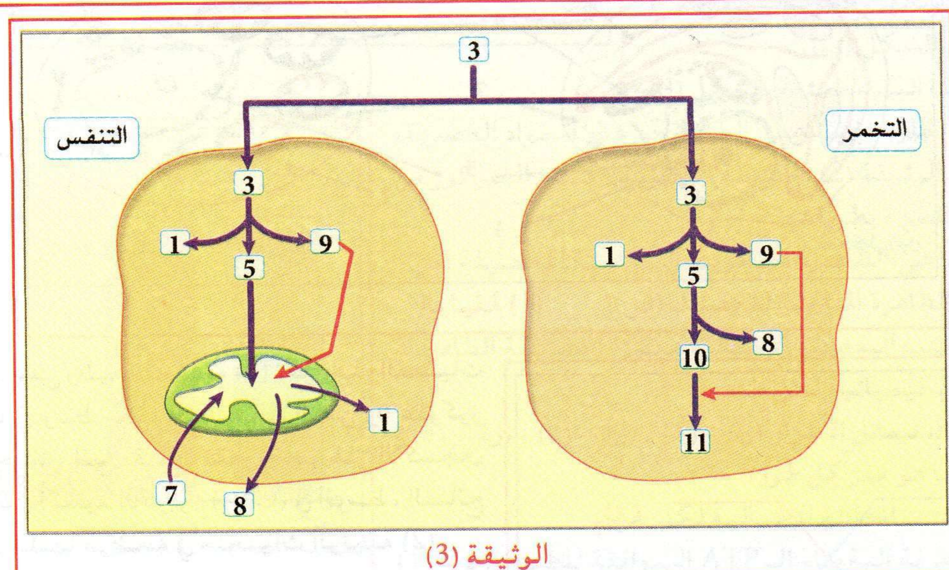
1 – توضح الوثيقتين 1 ، 2 رسومات تخطيطية إجمالية لتحولات الطاقة في خلية يخضورية أثناء النهار والليل.

– أما الوثيقة (3) فتمثل رسم تخطيطي لمراحل الحصول على الطاقة الحيوية القابلة للإستعمال (ATP) بوجود وغياب الـ O_2.

– ضع المعلومات الصحيحة مكان الإرقام في الوثائق الثلاثة دون إعادة الرسوم.



الوثيقة (1) — الوثيقة (2)



الوثيقة (3)

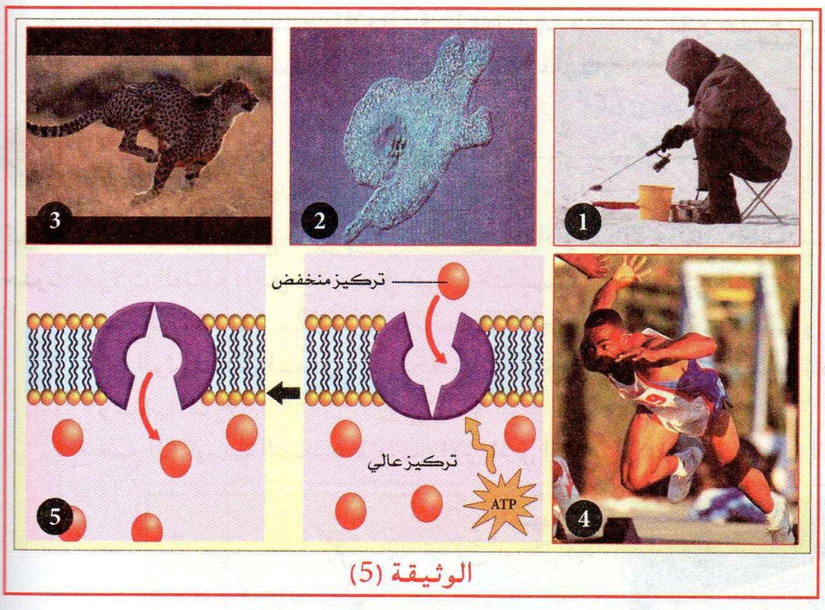
2 – يعتبر الـ ATP مركب غني بالطاقة وإماهتها تحرر طاقة تستخدم في جميع النشاطات الخلوية.

أ – أكتب معادلة إماهة الـ ATP وكيف يسمى الأنزيم الذي يقوم بذلك والأنزيم الذي يقوم بالتركيب.

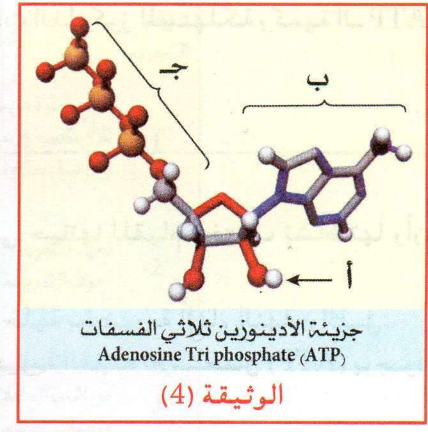
ب – تمثل الوثيقة رقم (4) نمذجة لجزيئات الـ ATP، ماذا تمثل الأحرف أ ، ب ، جـ ؟

جـ – لماذا تعتبر هذه الجزيئة ذات قدرة طاقوية عالية ؟

3 – أشكال الوثيقة (5) تمثل بعض النشاطات التي تحتاج إلى الطاقة المستمدة من إماهة الـ ATP.



الوثيقة (5)



الوثيقة (4)

أ – حدد هذه النشاطات و صنفها.

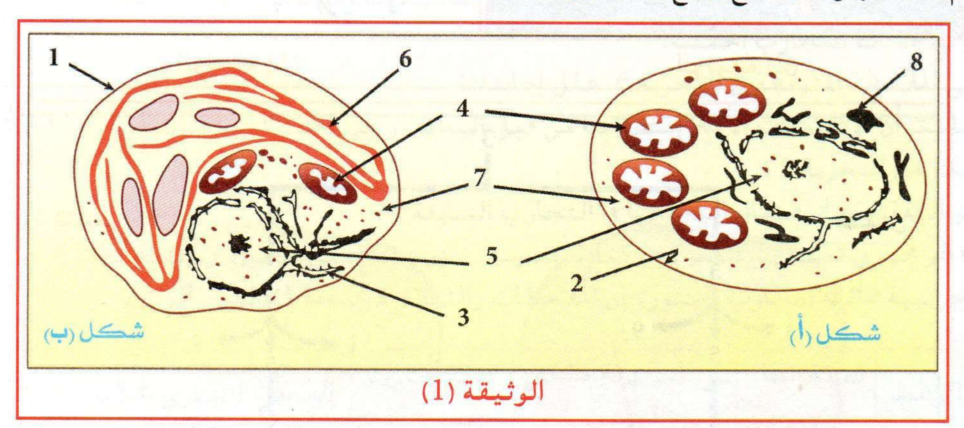
ب – هل يمكنك إقتراح بدائل كمصدر للطاقة لهذه النشاطات؟ وضح ذلك.

تمرين 93

شكلي الوثيقة (1)، "أ" و"ب" يمثلان على التوالي فطر خميرة الجعة (كائن حي وحيد الخلية) وأشنة الكلوريلا (وحيد الخلية).

1 – تعرف على العناصر المرقمة من 1 – 8.

2 – أعد رسم العنصرين 4 و 6 مع وضع كافة البيانات عليها بعناية.



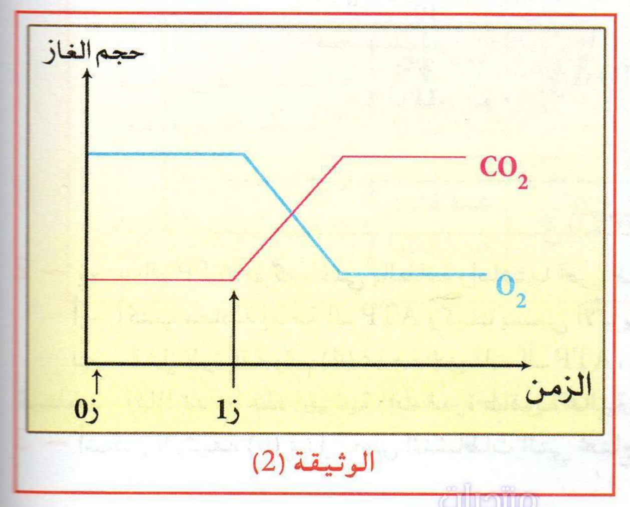
الوثيقة (1)

3 – للتعرف على وظيفة العضية (4) نعزل هذه العضيات ونضعها في وسط ملائم، نضيف في الزمن ز0 غلوكوز وفي ز1 حمض البيروفيك، نقدر حجم غاز الأكسجين (O_2) وثاني أكسيد الكربون (CO_2) في الوسط، النتائج المحصل عليها موضحة في منحنيات الوثيقة (2).

أ – فسر النتائج، ماذا تستنتج؟

ب – أوجد العلاقة بين حمض البيروفيك و CO_2 وعبر عنها بمخطط إجمالي.

جـ – عند إعادة التجربة السابقة بإستبدال العضيات (4) بخلايا فطر خميرة الجعة، هل تتغير النتائج؟ علل ذلك.



الوثيقة (2)

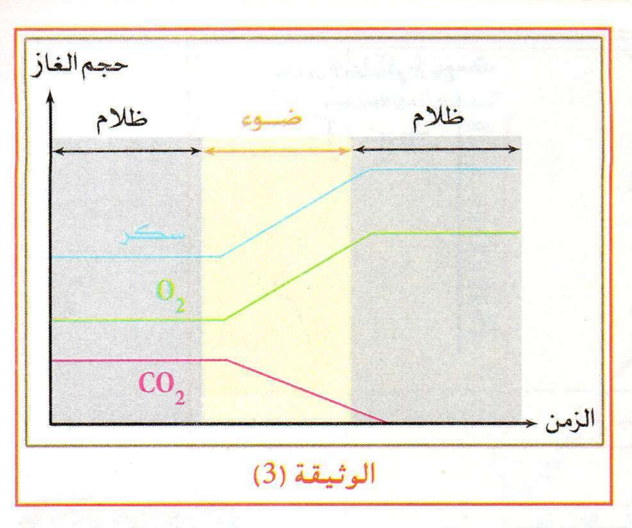
4 – للتعرف على وظيفة العنصر 6، نعزل هذه العناصر من الخلايا ونضعها في وسط ملائم معرض للضوء. نقدر كمية كل من الأكسجين (O_2) وغاز الفحم CO_2 والسكر بالوسط، الخطوات التجريبية والنتائج المتحصل عليها مبينة في منحنيات الوثيقة (3).

أ – فسر هذه النتائج.

ب – إقترح تجربة تبين فيها مصير غاز الفحم الممتص ومصدر الأكسجين المطروح.

جـ – إستخلص وظيفة العنصر (6).

د – إعتمادا على إجابتك السابقة إشرح مفهوم الكائن الحي ذاتي التغذية.



الوثيقة (3)

تمرين 94

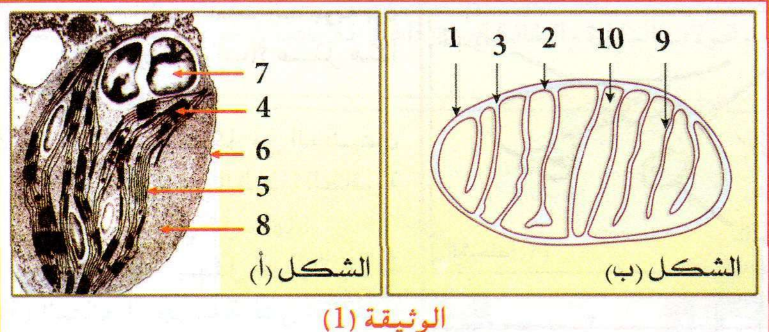
للخلية القدرة على تحويل واستعمال الطاقة وهذا بفضل سلسلة من التفاعلات الكيميائية التي تحدث في عضيات متخصصة.

I – من أجل دراسة مقر التحولات الطاقوية أنجزت فحوصات مجهرية لبعض مكونات الخلية الحية والنتائج ممثلة في الوثيقة (1).

1 – تعرف على العناصر المرقمة من 1 إلى 10.

2 – مثل برسم تخطيطي البنية الجزيئية لأحد العناصر المكونة لـ 4 ثم قارن بين مكوناتها ومكونات العنصر 1 من الشكل (ب).

3 – صف البنية الممثلة بالشكل (أ).



الوثيقة (1)

II – تحصل الخلية الحية على الطاقة من هدم المواد العضوية، تمثل الوثيقة (2) الحصيلة الطاقوية لأكسدة الغلوكوز من طرف الخميرة بطريقتين :

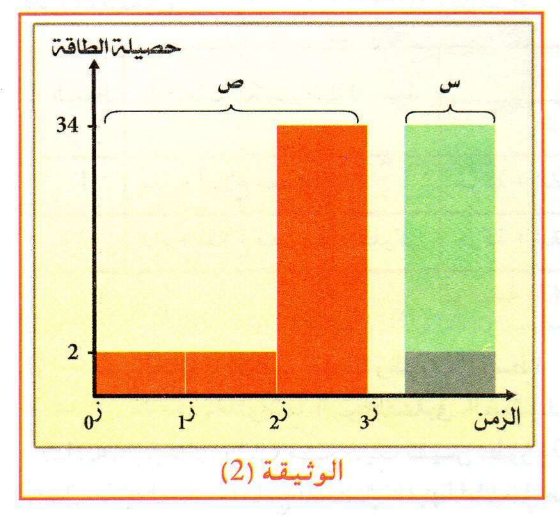
1 – ما هي الظاهرة الطاقوية المناسبة للحصيلة (س)؟ والظاهرة المناسبة للحصيلة(ص)؟

2 – أكتب المعادلة الإجمالية مبرزا الحصيلة الطاقوية والكيميائية لكل ظاهرة.

3 – ماذا تمثل الأطوار (ز0 – ز1) ، (ز1 – ز2) ، (ز2 – ز3) ؟ وما هو مقر كل طور؟

4 – أكتب المعادلة الإجمالية لكل طور.

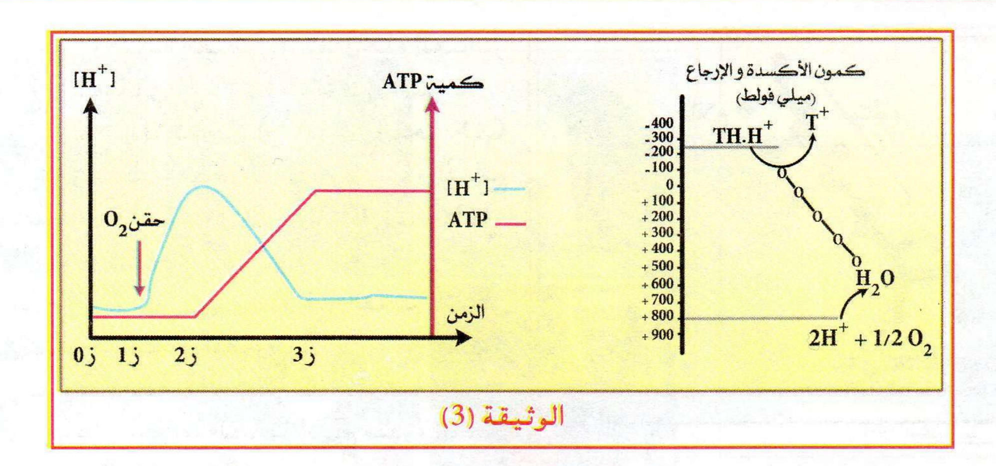
5 – لمعرفة آلية بناء الـ ATP الموافقة للطور (ز2 – ز3) نحضر معلقا من عضيات الشكل ب من الوثيقة (1) ونضيف لها ADP، Pi و THH^+ ونقيس تركيز H^+ بلاقط مجهري على مستوى الحجرة الخارجية وكذلك كمية الـ ATP المتشكلة، سمحت نتائج الدراسة من إنجاز الوثيقة (3).



الوثيقة (2)

أ – فسر المنحنيات ثم أوجد العلاقة بينها.

ب – انطلاقا من معطيات الوثيقة (3) ومن معارفك أنجز رسما تخطيطيا دقيقا مرفقا بالبيانات لمقر حدوث الآلية الطاقوية الموافقة لهذه الوثيقة.

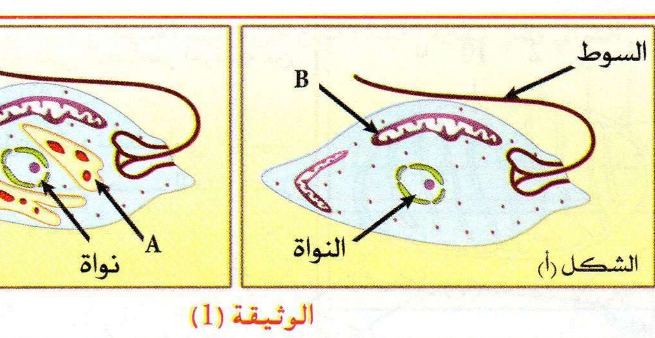


الوثيقة (3)

تمرين 95

اليوغالينا Euglènes كائن وحيد الخلية عبارة عن طحلب يحتوي على سوط يعيش في المياه العذبة، لفهم نمط حياة هذا الكائن نجري سلسلة من التجارب.

التجربة ـ 1 : نحقق ملاحظة بالمجهر الإلكتروني لليوغلينا الموضوعة في الضوء وأخرى موضوعة في الظلام، نتائج الملاحظة مبينة في الشكلين (أ) و(ب) من الوثيقة (1) بينما الوثيقة (2) تمثل ما فوق بنية العضيتين A و B.



الوثيقة (1)

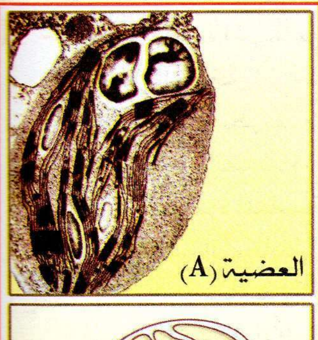
1 — ما هي الاختلافات البنيوية بين الشكلين (أ) و(ب)؟ علل هذا الاختلاف.

2 — حدد هوية كل من العضيتين A و B ؟ وما هي الظاهرة الطاقوية التي تحدث في كل منها ؟

التجربة ـ 2 ـ : يمثل جدول الوثيقة (3) النتائج التجريبية التي أنجزت في ضروف متغيرة.

الوسط	المكونات الكيميائية للوسط	ظروف الإضاءة	
		ضوء	ظلام
1	ماء + أملاح معدنية	حركة + انقسام نشيط	موت اليوغلينا
2	ماء + أملاح معدنية + غلوكوز	حركة + انقسام نشيط	حركة + انقسام نشيط

الوثيقة (3)


العضية (A)


العضية (B)

الوثيقة (2)

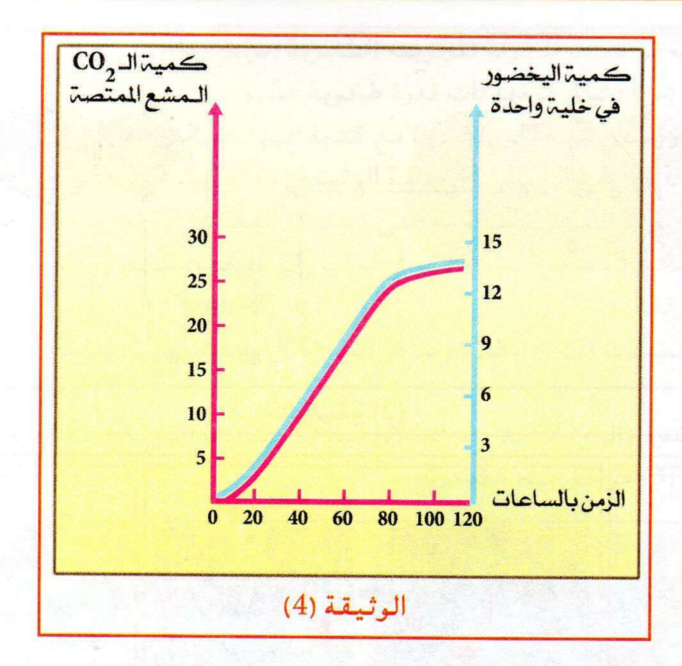
3 — فسرالعلاقة بين اليوغلينا وظروف الوسط؟

التجربة ـ 3 ـ : توضع اليوغلينا في الظلام لبضعة ساعات ثم تنقل إلى وسط مضاءيحتوي على CO_2 مشع حيث نقيس تطور CO_2 مشع وكمية اليخضور المحتواة داخل اليوغلينا، النتائج المحصل عليها ممثلة في منحنى الوثيقة (4).

4 — حلل المنحنى وماذا تستخلص؟

5 — انطلاقا من معلوماتك أنجز رسما تركيبيا تبرز فيه العلاقة الوظيفية بين عضيتي الوثيقة (2).

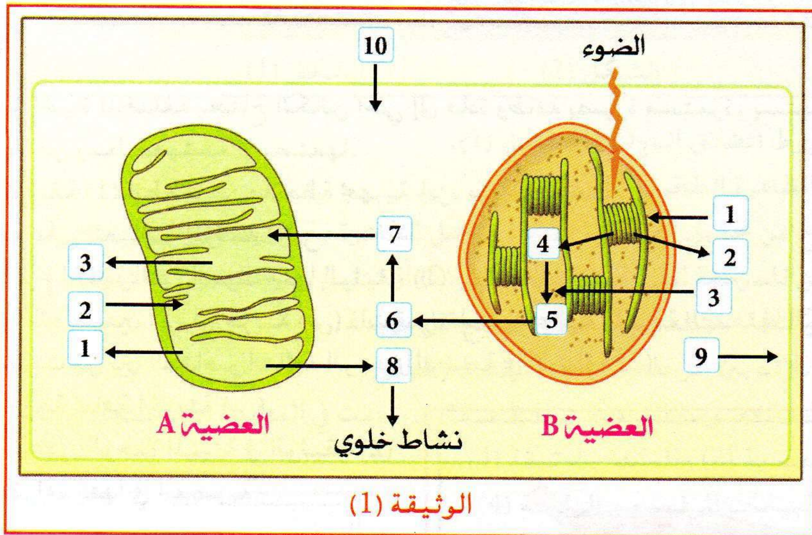




الوثيقة (4)

تمرين 96

I — للحفاظ على استمرار حياتها والقيام بمختلف نشاطاتها الحيوية تحتاج الكائنات الحية مهما اختلفت مصدرها إلى تزويدها باستمرار بالمواد والطاقة. وتحولات المادة والطاقة تحدث داخل خلاياها في شروط مناسبة توضحها الوثيقة (1).



الوثيقة (1)

أ – تعرف على طبيعة الظواهر التي تحدث على مستوى العضيتين(A) و(B)، ثم ضع البيانات المرقمة من 1 إلى 10؟

ب – إن ترقيم(1، 2، 3) في الوثيقة (1) ترتيبها التصاعدي يتناسب طرديا مع زمن حدوثها على مستوى العضية (B) وعكسيا على مستوى العضية (A) علل ذلك؟

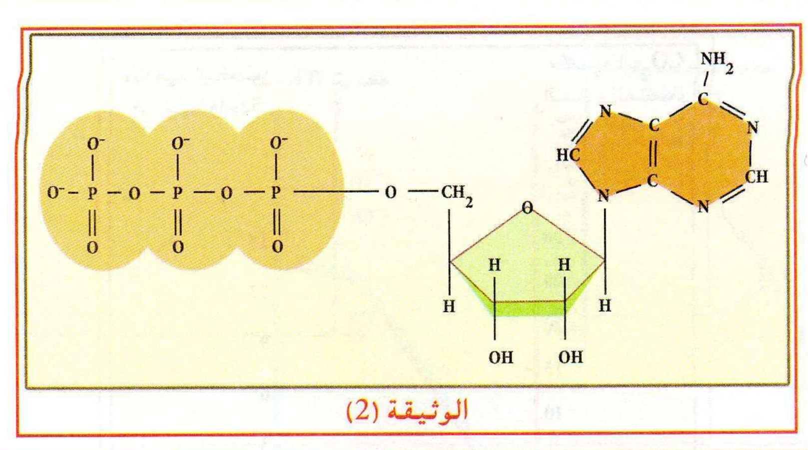
II — تمثل الجزيئة الممثلة بالوثيقة (2) الناتج النهائي لتحولات المادة والطاقة داخل هذه الخلايا، أما أشكال الوثيقة (3) فتمثل بعض النشاطات المختلفة التي تتطلب هذه الجزيئة.

أ – بين مختلف مكونات هذه الجزيئة بعد إعادة رسمها.

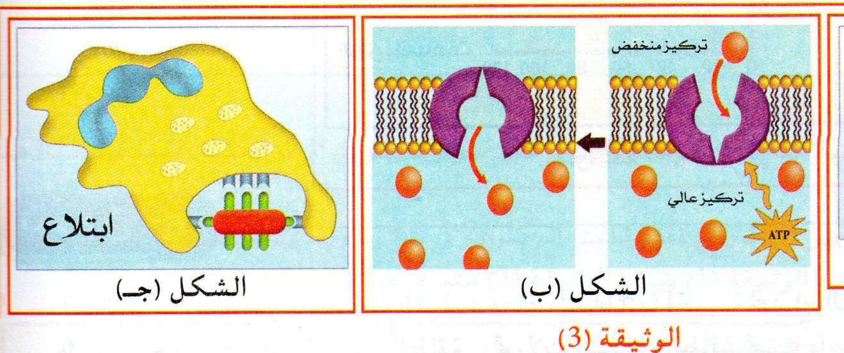
ب – لماذا تعتبر هذه الجزيئة ذات قدرة طاقوية عالية؟

جـ – حدد نوعية النشاطات الموضحة بأشكال الوثيقة (3) مبينا مصدر الطاقة.

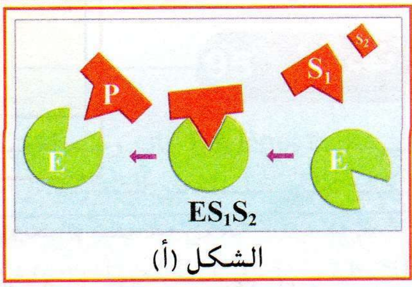




الوثيقة (2)



الشكل (جـ) الشكل (ب)



الشكل (أ)

الوثيقة (3)

تمرين 97

للقيام بجميع مظاهر الحياة المختلفة يحتاج الكائن الحي إلى مادة وطاقة بصورة مستمرة، يستمدهما من مواد غذائية مختلفة، يحصل عليها من وسط معيشته أو يصنعها.

I — 1 – أنجزت الوثيقة (1) انطلاقا من ملاحظة مجهرية لجزء من خلية حية.

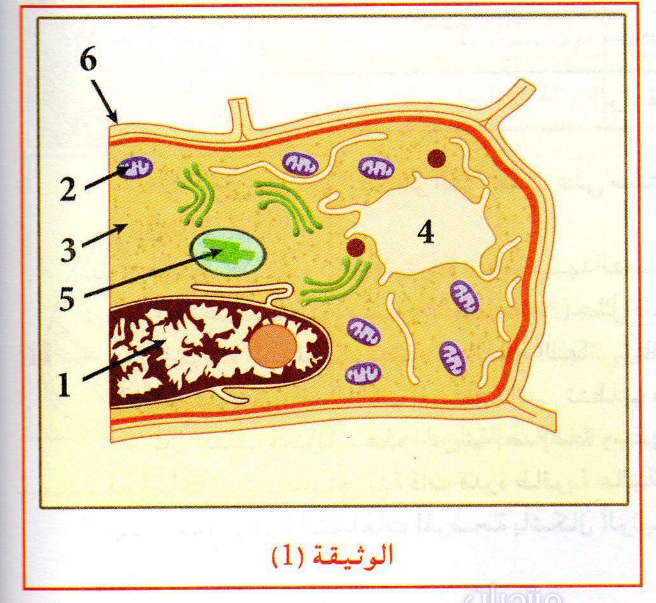
أ – تعرف على العناصر المرقمة.

ب – حدد نوع الخلية التي أنجزت منها الوثيقة (1) مع التعليل.

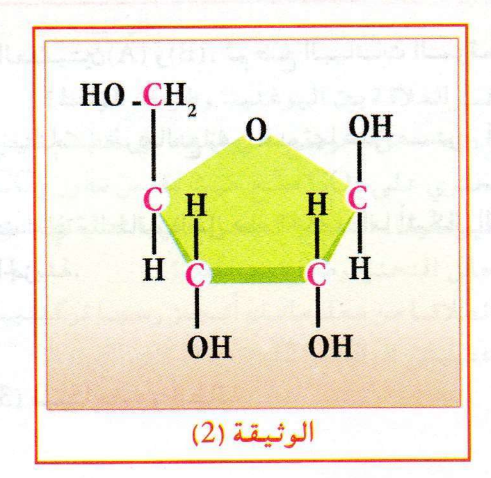
2 – تتشكل في العضيتين (2، 5) جزيئة (س) ذات قدرة طاقوية عالية ولمعرفة طبيعتها الكيميائية تمت إماهتها مخبريا، فكانت من بين العناصر الناتجة الوحدة الموضحة في الوثيقة (2).

أ – حدد درجة إماهة الجزيئة (س).

ب – تعرف على الوحدة المبينة في الوثيقة (2) مع ذكرأهميتها في العضوية.



الوثيقة (1)



الوثيقة (2)

جـ – ما هي بقية الوحدات المكونة للجزيئة الطاقوية (س)؟
د – سم الجزيئة (س) وعلل كونها ذات قدرة طاقوية عالية.
هـ – وضح برسم وظيفي بنية الجزيئة (س) مع كتابة البيانات اللازمة.

II – لدراسة التحولات الطاقوية على مستوى خلية الوثيقة (1) أجريت عدة تجارب:

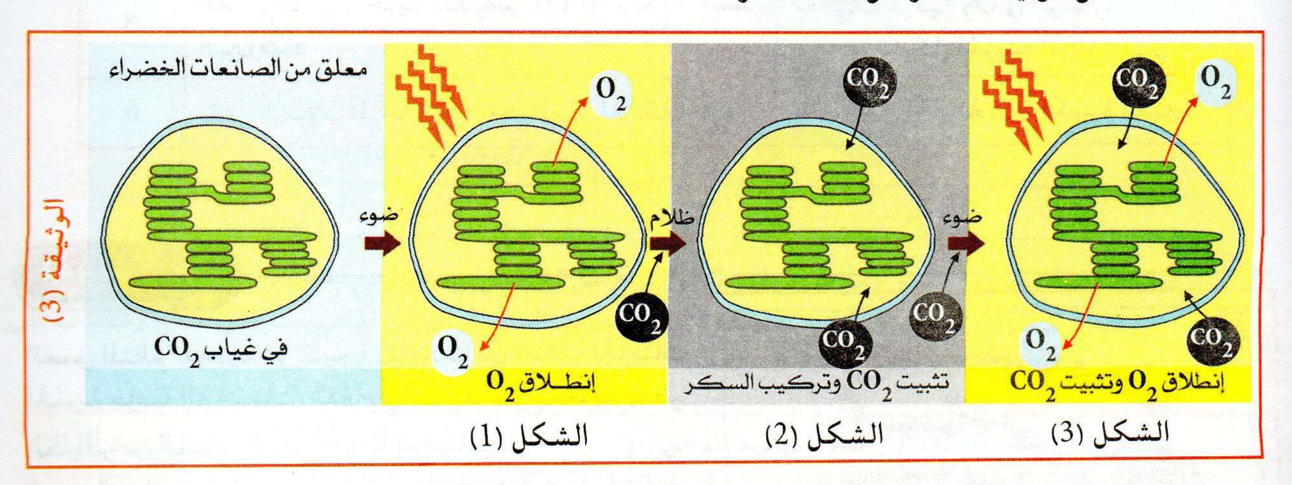
أ – لمعرفة مراحل حدوث الظاهرة الطاقوية التي تحدث في العضية (5) أجريت الدراسات التالية:

– عزلت العضيات (5) ضمن وسط ملائم في غياب CO_2 وعند تعريضها للضوء يلاحظ انطلاق الـ O_2 لفترة قصيرة ثم يتوقف.

– عند وضع العضيات (5) في الظلام وبتوفر الـ CO_2 لوحظ تثبيت الـ CO_2 وتركيب المادة العضوية لفترة قصيرة.

– عند توفر الضوء والـ CO_2 يلاحظ انطلاق الـ O_2 وتثبيت الـ CO_2 بصورة مستمرة.

تلخص الوثيقة (3) مراحل هذه الظاهرة:



الشكل (1) الشكل (2) الشكل (3)

1/ حدد شروط انطلاق الـ O_2 في الشكل (1).
2/ ما هي الظاهرة الطاقوية المدروسة؟
3/ استخرج من تحليل الشكلين (1، 2) مراحل الظاهرة مع تحديد شروط كل مرحلة.
4/ هل يمكن للمرحلة التي تحدث في الشكل (2) أن تتم في وجود الضوء؟ علل ذلك.
5/ وضح بواسطة معادلتين إجماليتين نتائج كل مرحلة.
6/ مثل العلاقة بين المرحلتين بواسطة مخطط وظيفي.

ب – إن الجزيئات العضوية الناتجة عن الظاهرة التي تمت في العضية (5) تستغل في إنتاج الجزيئات (س) على مستوى العضية (2) والممثلة بالوثيقة (4).

1/ أكتب البيانات المرقمة من الوثيقة (4).
2/ يبين جدول الوثيقة (5) مختلف المراحل والشروط التجريبية على مستوى العضية (2) بتوفر كل من الـ ADP والـ Pi:



الوثيقة (4)

أ/ ما هي المعلومات المستخلصة من مقارنة نتائج المراحل (1، 2) و(2، 3) و(2، 6)؟
ب/ فسر النتائج المحصل عليها في المرحلة (4).
جـ/ اعتمادا على نتائج المرحلة (4) حدد مقر إنتاج الجزيئات (س) على مستوى العضيات (2) معللا إجابتك.



المراحل	الشروط التجريبية	النتائج
1	العضيات (2) كاملة + O_2 + غلوكوز	– ثبات تركيز الـ O_2 في الوسط. – عدم تشكل الجزيئة (س)
2	العضيات (2) كاملة + O_2 + حمض البيروفيك	– تناقص تركيز الـ O_2 في الوسط. – تشكل الجزيئة (س) بكميات معتبرة.
3	نفس شروط المرحلة (2) في غياب O_2	– عدم تشكل الجزيئة (س)
4	العضيات (2) منزوعة العناصر (2) + O_2 + حمض البيروفيك	– تناقص تركيز O_2 في الوسط. – تشكل الجزيئة (س) بكمية قليلة جدا.
5	العضيات (2) مخربة العنصر (3) + O_2 + حمض البيروفيك	– ثبات تركيز O_2 في الوسط. – عدم تشكل الجزيئة (س).
6	نفس الشروط المرحلة (3) + مستقبل للالكترونات	– تشكل الجزيئة (س) بكمية معتبرة.

الوثيقة (5)

تمرين 98

العمل المنظم للخلية هو نتيجة تفاعلات بين مختلف الجزيئات الخلوية خاصة البروتينات، نقترح في هذا الموضوع معالجة بعض الظواهر من النشاط البيولوجي للبروتينات.

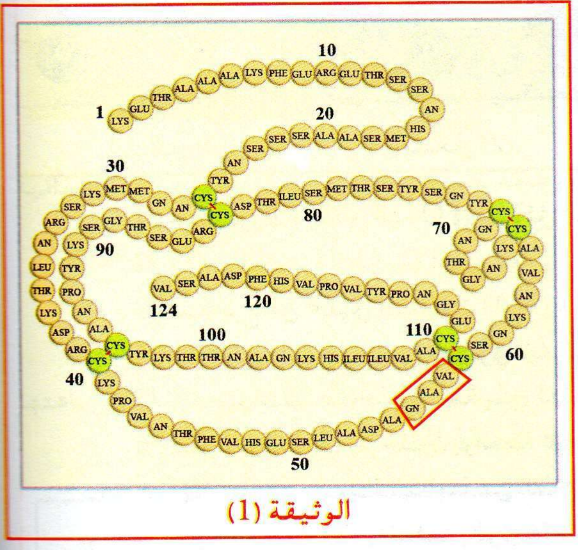
I – 1 – إن بنية البروتينات تكسبها تخصصا وظيفيا عاليا.

أ – الوثيقة (1) هي تمثيل فراغي لجزيئة بروتين.

α – تعرف على هذه البنية.

β – وضح بنية الجزء المؤطر في الوثيقة (1) باستعمال الصيغة الكيميائية العامة لوحداتها التركيبية.

γ – استخرج كيف يتم الانتقال من هذه البنية المؤطرة إلى الشكل الممثل في الوثيقة (1) لماذا يعتبر هذا الانتقال أساسيا؟



الوثيقة (1)

ب – إن التخصص الوظيفي للبروتين مرتبط بصفة وطيدة ببنيته، فيما يتمثل هذا الارتباط؟

2 – يمثل الجدول التالي نسب تواجد البروتينات في بعض المكونات الخلوية؟

المكونات الخلوية	النسبة % للبروتين
الغشاء الداخلي للميتوكوندري	80
الغشاء الهيولى للكريات الدموية الحمراء	60
غشاء التيلاكوئيد	75
الليف العضلي	90
الغشاء الخارجي للميتوكوندري	60

– ما هي الملاحظات التي يمكن استخراجها من هذه النسب؟ ماذا يمكنك استنتاجه؟

II – 1 – تمثل الوثيقة (2) جزيئة الجسم المضاد.

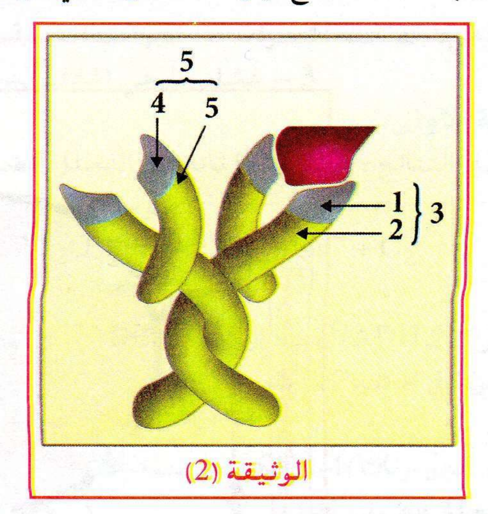
أ – تعرف على العناصر المرقمة من 1 إلى 6.

ب – أذكر الطبيعة الكيميائية لهذه الجزيئة.

جـ – لإظهار وجود الأجسام المضادة في المصل نستعمل تقنية الانتشار المناعي على هلام نضع محاليل الأجسام المضادة ولمولدات ضد كل منها على حدة في حفر أحدثت في مادة الهلام(الجيلوز). تنتشر هذه الجزيئات في الهلام ويظهر راسب كلما تشكل معقد مناعي. تبين الوثيقة (3) النتائج المتحصل عليها بهذه التقنية.

α – حلل هذه النتائج. ماذا تستنتج؟

β – هذه النتائج تبرز التخصص العالي الوظيفي لجزيئة الجسم المضاد. اشرح ذلك.



الوثيقة (2)



الوثيقة (3)

2 – الدريبانوسيتوز هو نوع من مرض فقر الدم الناتج عن تشكيل غير طبيعي للهيموغلوبين تمثل الوثيقة (4) تتابع نيكلوتيدات لجزء من سلسلة ADN وعديد الببتيد الموافق لهاعند شخص عادي وعند شخص مصاب بالدريبانوسيتوز (لاحظ الوثيقة).

شخص عادي

	جزء من سلسلة ADN	عدد الببتيد الموافق
1	C ← بداية القراءة	1 فالين
2	A	
3	T	
4	G	2 هيستيدين
5	T	
6	G	
7	G	3 لوسين
8	A	
9	G	
10	T	4 ثرويونين
11	G	
12	A	
13	G	5 برولين
14	G	
15	T	
16	C	6 حمض غلوتاميك
17	T	
18	C	
19	C	7 حمض غلوتاميك
20	T	
21	C	

شخص مصاب بالدريبانوسيتوز

	جزء من سلسلة ADN	عدد الببتيد الموافق
1	C ← بداية القراءة	1 فالين
2	A	
3	T	
4	G	2 هيستيدين
5	T	
6	G	
7	G	3 لوسين
8	A	
9	G	
10	T	4 ثرويونين
11	G	
12	A	
13	G	5 برولين
14	G	
15	T	
16	C	6 فالين
17	A	
18	C	
19	C	7 حمض غلوتاميك
20	T	
21	C	

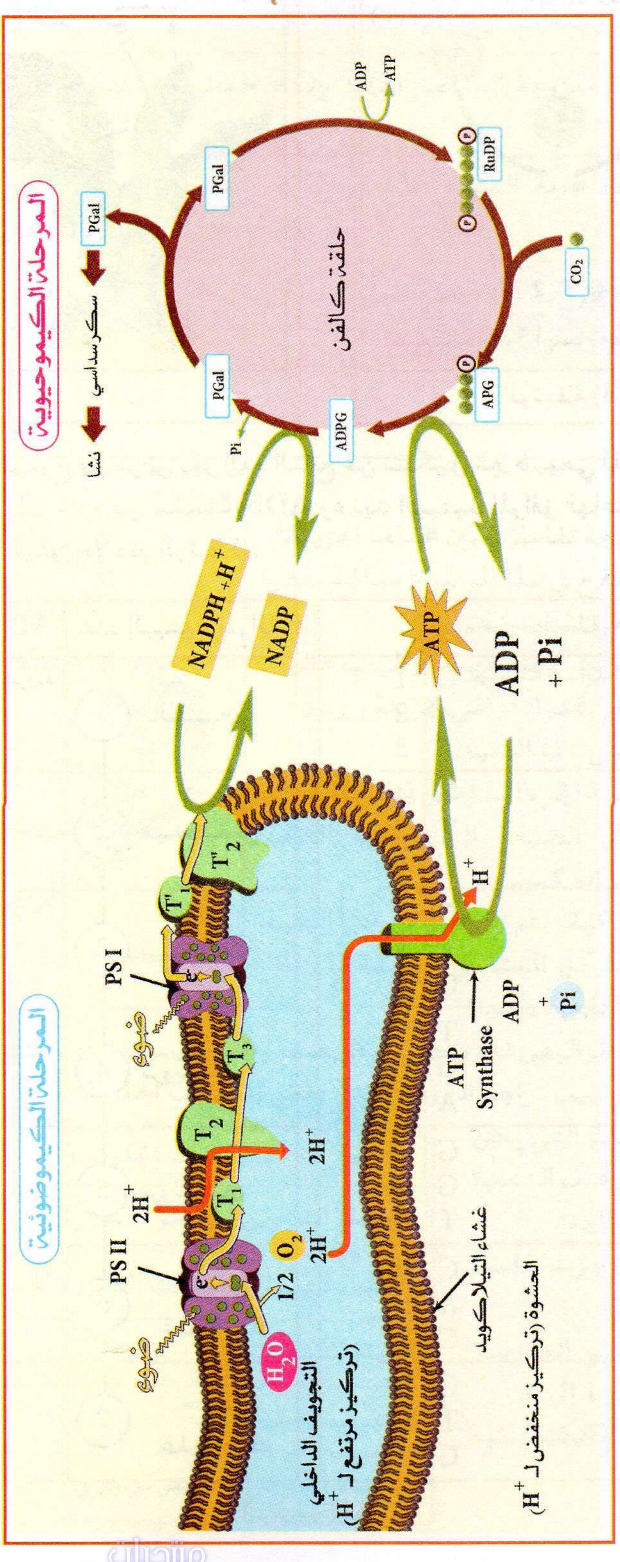
الوثيقة (4)

أ – قارن بين سلسلتي النيكليوتيدات من جهة وبين متعددات الببتيد الموافقة لها من جهة أخرى.

ب – ماذا تستنتج فيما يخص أصل هذا المرض؟

جـ – كيف تمكنك المعلومات المستخلصة سابقا من تعليل التخصص والتنوع للبروتينات؟

III – بالاستعانة بالمعلومات المستخلصة سابقا من السؤالين I . II ومعلوماتك الخاصة بين باختصار أن مختلف مظاهر الحياة الخلوية مرتبطة بوجود البروتينات .



العلاقة بين مرحلتي التركيب الضوئي

الإجابات

إجابة التمرين 1

1 — العضية هي: الصانعة الخضراء. البيانات : 1 – الحشوة، 2 – صفيحة حشوية، 3 – غشاء خارجي (غلاف الصانعة)، 4 – صانعة نشوية. 5 – حبيبية.

2 — **التجربة الاولى:**

أ – تفسير النتائج : إنطلاق O_2 ناتج عن التحلل الضوئي للماء.

$$2H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} 4H^+ + 4e^- + O_2$$

– ظهور $NADH.H^+$ يعود إلى إرجاع $NADP^+$ في نهاية سلسلة التركيب الضوئي بإلكترونات الماء والبروتونات الموجودة في الحشوة كما يلي :

$$2NADP^+ + 4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2NADPH.H^+$$

– ظهور البروتونات داخل الكييس مصدرها :

- التحلل الضوئي للماء.
- إنتقال البروتونات من الحشوة إلى داخل الكييس عبر غشائها عكس تدرج التركيز ويتطلب طاقة (النقل الفعال) والطاقة مستمدة من الـ ATP الناتج من حركة الإلكترونات.

– إنتاج الـ ATP: خروج البروتونات عبر الكرات المذنبة وحسب تدرج التركيز يحرر طاقة تعمل على فسفرة الـ ADP إلى ATP.

$$ADP + Pi + \text{طاقة} \xrightarrow{ATPase} ATP + H_2O$$

التجربة الثانية:

ب – تحليل المنحنى : – بوجود الضوء : كمية CO_2 المثبتة من قبل الأشنة ثابتة.

– في الظلام: يستمر تثبيت CO_2 في الظلام لكن بسرعة متناقصة حتى تنعدم في الثانية 20 تقريبا.

جـ – أفسر الإنخفاض في كمية CO_2 المثبتة في الظلام لتناقص تدريجي في كمية كل من الـ ATP و$NADH.H^+$ (نواتج المرحلة الكيموضوئية) لأنها تستخدم في تثبيت CO_2 ولن تعوض بكميات جديدة لغياب الضوء إلى ان تنعدم (تنفذ) في الثانية 20.

التجربة الثالثة:

د – التسلسل الزمني لظهور المركبات:

APG ← السكر الثلاثي الكاربون المفسفر (TP) ← السكر السداسي الكربون المفسفر (HP).

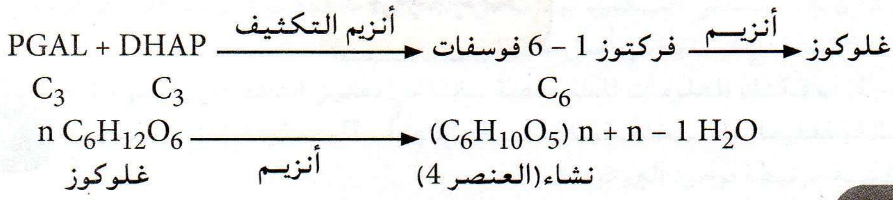
التعليل: عندما تنخفض نسبة الإشعاع في الـ APG تزداد في نفس الوقت في السكر الثلاثي الكاربون وعند إنخفاض نسبة الشعاع في هذا الأخير تبدأ تظهر في السكر السداسي.

3 — المعادلات:

$$Rudip + CO_2 \xrightarrow{\text{أنزيم}} 2\ APG$$

$$APG + NADPH_2 + ATP \xrightarrow{\text{أنزيمات}} PGAL + NADP + ADP + Pi$$

$$2\ PGAI \xrightarrow{\text{أنزيم}} PGAI + DHAP$$



إجابة التمرين 2

أ – 1 – العضية هي الصانعة الخضراء.

2 – البيانات : 1 – غشاء خارجي، 2 – غشاء داخلي، 3 – الحشوة، 4 – غرانا (بذيرة) أو حبيبة، 5 – تجويف التيلاكوئيد، 6 – صفيحة حشوية، 7 – نشاء، 8 – تيلاكوئيد (كييس).

3 – وصف الصانعة الخضراء:

- تحاط الصانعة الخضراء بغلاف مكون من غشائين (خارجي وداخلي).
- تحتوي على شبكة من التراكيب الغشائية تعرف بالتيلاكوئيد نميز منها : الكييسات والصفائح الحشوية.
- تصطف الكييسات فوق بعضها مكونة تراكيب تعرف بالجرانا (البذيرات).
- تتكون الكييسات (التيلاكوئيد) من غشاء التيلاكوئيد الذي يحيط بتجويف يسمى التجويف الداخلي.
- تحتوي الصانعة على حيز تقع بين التيلاكوئيد و الغلاف يعرف بالحشوة (المادة الأساسية).

4 – **التعليل:** لأنها مقسمة إلى حجيرات مفصولة بأغشية :

- الجزء الموجود بين الغشائين (الحيز بين الغشائين).
- الحشوة (المادة الأساسية).
- تجاويف التيلاكوئيد.

ب – تختلف التيلاكوئيد في مكوناتها الكيميائية عن الحشوة حيث :

– تحتوي أغشية التيلاكوئيد على:

- الانظمة الضوئية PS.
- نواقل الإلكترونات.
- إنزيم إنتاج الطاقة ATP Synthétase.
- الأصبغة المختلفة.

– في حين تحتوي الحشوة على المكونات التالية:

- مواد الأيض الوسطية لتركيب الجزيئات العضوية.
- مرافقات إنزيمية ($NADP^+$).
- Pi ، ATP ، ADP.
- إنزيمات مختلفة.

الإستنتاج: الإختلاف في التركيب الكيميائي للتيلاكوئيد والحشوة يؤدي إلى الإختلاف في الدور الذي يقوم به كل منهما اي الإختلاف في الوظيفة.

جـ – 1 – وصف كيفية توضع مكونات غشاء التيلاكوئيد :

– هناك نظامان ضوئيان في الغشاء هما PSII ،PSI وبينهما ثلاثة (3) نواقل للإلكترونات، كما يوجد ناقلان للإلكترونات بعد PSI كما يوجد في الغشاء إنزيم ATP Synthétase.

2 – تحديد بنية النظام الضوئي:

– الانظمة الضوئية PS هي معقدات بروتينية كبيرة تحتوي على عدد كبير من الصبغات موزعة بطريقة منتظمة داخل المعقد البروتيني.

إجابة التمرين 3

أ – التجربة 1 : 1 – تحليل المنحنيين:

في الظلام: لا يتم التمثيل الضوئي أي لا يتحلل الماء ولا ينشأ تدرج في تركيز البروتونات وهو ما يفسر إنعدام الزيادة في نسبة الـ O_2 وعدم تركيب الـ ATP.

في الضوء: تتحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية فيتحلل الماء وينشأ تدرج في تركيز البروتونات مما يؤدي إلى إرتفاع نسبة الـ O_2 وتراكم جزيئات الـ ATP.

– التفاعلات التي تتم في الفترة الزمنية المحصورة بين ز1 ـ ز3 هي تفاعلات المرحلة الكيمو ضوئية والتي نلخصها فيما يلي: (راجع إجابة التمرين 12)

- تنبيه اليخضور الذي يتخلى عن إلكتروناته لسلسلة أكسدة وإرجاع.
- إرجاع آخر ناقل وهو الـ $NADP^+$ في مستوى المادة الأساسية (الحشوة).
- أكسدة الـماء.
- إسترجاع الإلكترونات من طرف اليخضور للعودة إلى حالة الإستقرار .
- نشوء تدرج في تركيز البروتونات بين تجويف الكييس والمادة الأساسية (الحشوة).
- خروج البروتونات من الكييس عبر الكرات المذنبة وتركيب الـ ATP.

$$2chlo \xrightarrow{\text{ضوء}} 2chlo^+ + 2e^-$$

$$\downarrow$$

$$NADP + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow NADPH_2 + ATP$$

ناقل مرجع

$$H_2O \longrightarrow 2H^+ + 2e^- + \frac{1}{2} O_2$$

$$\downarrow$$

$$2chlo^+ + 2e^- \longrightarrow 2chlo$$

2 – تسمى هذه المرحلة بالـمرحلة الكيموضوئية ومقرها هو الكييس (التيلاكوئيد).

ب – التجربة 2 :

1 – المعلومات الـمستخلصة من توافق نتائج التجربتين 2 و 4 هي أن الكييسات في وجـود الضوء توفر الـ ATP والناقل المرجع ($NADPH_2$) لتفاعلات المرحلة الكيموحيوية التي تتمثل في تثبيت CO_2 لإنتاج المواد العضوية.

2 – تفسير تثبيت CO_2 لإنتـاج النشـاء: يتم تثبيت CO_2 من طرف الريبولـوز ثنائي الفوسفـات (RDP) الذي يتجدد وتفاعلات حلقة كالفن (راجع إجابة التمرين 23) توضح كيف يتشكل النشاء.

إجابة التمرين 4

I — 1 – إستخلاص نوع التفاعل الذي حدث في (1 ، 2)؟

- في (1): تفاعل أكسدة.
- في (2): تفاعل إرجاع.

2 – طبيعة تفاعلات ظاهرة التركيب الضوئي: – تفاعلات أكسدة وإرجاع.

3 – تحديد البنيات المتدخلة في سيرورة التركيب الضوئي:

- الأكسدة تتم في غشاء التيلاكوئيد لأنها تتطلب وجود اليخضور والضوء.
- الإرجاع يتم في الحشوة لأنه لا يتطلب الضوء.

4 – نعم:

- وجود الانظمة الضوئية، نواقل الإلكترونات والكرات المذنبة في التيلاكوئيد ... يدل على دورها في الأكسدة.
- وجود مواد أيضية لتركيب الجزيئات العضوية، NADP في الحشوة ..... يدل على دورهافي الإرجاع.

II — 1 – تحديد شروط إنطلاق O_2 في التجربة (1): – شروط إنطلاق O_2 هي اليخضور (التيلاكوئيد) و الضوء.



2 – شروط حدوث كل مرحلة:
• المرحلة (أ): الضوء واليخضور ... يؤديان إلى إنطلاق O_2.
• المرحلة (ب): توفر CO_2، غياب (عدم ضرورة الضوء مباشرة) الضوء ... يؤدي إلى إمتصاص CO_2 في الحشوة.
3 – تسمية كل مرحلة:
• المرحلة (أ): المرحلة الكيموضوئية.
• المرحلة (ب): المرحلة الكيموحيوية.
4 – المرحلة الكيموحيوية تحدث في غياب الضوء وفي وجوده.
التعليل:
• يتم تثبيت CO_2 في وجود الضوء ..... التجربة (3).
• يتم تثبيت CO_2 في غياب الضوء ..... التجربة (2).

إجابة التمرين 5

1 – أ – في الظلام: نلاحظ إنخفاض تركيز كل من $O_2{}^{16}$ و $O_2{}^{18}$.
في الضوء: يستمر إنخفاض تركيز $O_2{}^{18}$ بينما يزداد تركيز $O_2{}^{16}$.
التفسير: الإنخفاض المستمر لـ $O_2{}^{18}$ في الضوء والظلام وإنخفاض $O_2{}^{16}$ في الظلام يفسر بإستهلاكه في تنفس الخميرة.
– إرتفاع تركيز $O_2{}^{16}$ خلال فترة الإضاءة فقط ناتج عن طرحه خلال التركيب الضوئي (التحلل الضوئي للماء وO_2 الماء عادي).
ب – المعادلات :
التنفس: $$C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2 \xrightarrow{\text{أنزيمات}} 6CO_2 + 12H_2O + 38ATP$$
التركيب الضوئي: $$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$$

2 – أ – مصدر الـ O_2 المنطلق هو التحلل الضوئي للماء:
$$2H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضـــوء}} 4H^+ + 4e^- + O_2$$
ب – مقر التفاعل: التيلاكوئيد.
3 – أ – شروط تثبيت CO_2 في الستروما: – التيلاكوئيد.
– الضوء أو وجود كل من ATP والنواقل المرجعة.
ب – دور التيلاكوئيد هو : توفير كل من الـ : – ATP
– النواقل المرجعة $NADPH_2$ بعد التعريض للضوء.

إجابة التمرين 6

I – 1 – يمثل شكل الوثيقة (1) جزء لما فوق بنية الصانعة الخضراء(كلوروبلاست).
بيانات العناصر: 1 – غلاف الصانعة، 2 – صفيحة أو كييس (تيلاكويد)، 3 – المادة الاساسية (الحشوة)، 4 – مجموعة كييسات (غرانا).
2 – الطبيعة الكيميائية للعنصر (س): سكر معقد (نشاء).
II – 1 – تحليل النتائج:
التجربة الاولى:
ز0 – ز2: تناقص في تركيز الأكسجين في الوسط أي عدم حدوث التحلل الضوئي للماء رغم وجود الضوء.
ز2 – ز3: زيادة معتبرة في تركيز الأكسجين في الوسط عند إضافة المستقبلات أي حدوث التحلل الضوئي

للماء بوجود الضوء ومستقبل الإلكترونات.

ز3 — ز4: تناقص كبير في تركيز الاكسجين في الوسط بغياب الضوء (عدم حدوث التحلل الضوئي للماء).

ز4 — ز5: زيادة معتبرة في تركيز الاكسجين في الوسط بوجود الضوء عند إضافة المستقبلات (حدوث التحلل الضوئي للماء).

بعد ز5: تناقص في تركيز الاكسجين في الوسط بغياب الضوء (عدم حدوث التحلل الضوئي للماء).

– الشروط الضرورية لطرح الاكسجين في الوسط هي: - وجود الضوء ، - وجود مستقبل الإلكترونات.

2 – مصدر الاكسجين المطروح هو الماء حيث :

$$2H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} 4H^+ + 4e^- + O_2$$

III – أ – إن ظهور الإشعاع في كل من APG أولا والـ RDP ثانيا ثم السكريات يدل على أن CO_2 دخل في تركيبها، حيث اتحد CO_2 المشع مع RDP مشكلة 2APG فأصبح هذا الاخير مشعا أولا ثم حول قسم من الـ APG إلى RDP والقسم الآخر تحول إلى سكريات.

$$RDP + {}^*CO_2 \longrightarrow {}^*APG \longrightarrow \text{سكريات* مرجعة}$$

(تجديد: APG* ← RDP)

ب – لمدة نصف ساعة عرضت الأشنة للضوء لتوفير نواتج المرحلة الكيموضوئية الضرورية لتثبيت CO_2 المتمثلة بـ النواقل المرجعة $NADPH_2$ وATP.

جـ – إن ثبات نسبة تشكل السكريات و ذلك لنفاذ نواتج المرحلة الكيموضوئية لغياب الضوء.

د – نظرا لوجود كمية من نواتج المرحلة الكيموضوئية فإنها تستخدم لتثبيت CO_2 إنها المرحلة الكيموحيوية ومقرها حشوة الصانعة الخضراء (ستروما).

إجابة التمرين 7

I – أ – حولت الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة على شكل سكر $C_6H_{12}O_6$.

ب – المصدر هو الماء H_2O.

التجربة: نزود معلق أشنة الكلوريلا بـ CO_2 أوكسجينه مشع O^{18} ثم نعرضها للضوء نلاحظ أن الـ O_2 المنطلق غير مشعا مما يدل على إن مصدره ليس غاز CO_2.

نعاود التجربة ولكن CO_2 عادي وماء H_2O أوكسجينه مشع O^{18} فنلاحظ أن الاكسجين المنطلق مشعا مما يثبت بأن مصدر الأكسجين هو الماء وليس CO_2.

جـ – المسبب الأول هو الضوء :

$$H_2O + NADP \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} NADPH_2 + \frac{1}{2}\ O_2$$

د – النواتج : هي النواقل المرجعة $NADPH_2$ والـ ATP إضافة إلى الأكسجين.

جزء من الطاقة الضوئية أصبح مخزنا بشكل: 3ATP و $2NADPH_2$

II – أ – **التحليل:** – قبل الحقن : ثبوت كمية الـ O_2 رغم وجود الضوء واليخضور.

– عند حقن الـ NADP: إرتفاع مؤقت للمنحنى ثم ثبوت مما يدل على وجود علاقة بين إنطلاق الـ O_2 ووجود الـ NADP في الصانعة.

التفسير: كل النواقل الموجودة في الصانعة أصبحت مرجعة ولم تجدد لعدم حدوث أكسدتها، مما يدل على ان عدم الاكسدة لها علاقة بغياب الـ CO_2 في الوسط.

تتدخل CO_2 في تشكل الـ APG من الـ RDP

$$RDP + CO_2 \longrightarrow 2\ APG$$

فغياب CO_2 يعني غياب الـ APG



والـ APG يتحول إلى PGA بالنواقل المرجعة المتشكلة في المرحلة الكيموضوئية إضافة إلى الـ ATP.

$$APG \xrightarrow[NADPH_2 \rightarrow NADP]{} PGA$$

فغياب الـ APG يعني غياب أكسدة الـ $NADPH_2$.

ب –

$$APG + ATP + NADPH_2 \rightarrow PGA + ADP+Pi + NADP$$

تحولت الطاقة من النواقل المرجعة والـ ATP إلى الـ PGA.

إجابة التمرين 8

أ – 1 – تحليل منحنى الوثيقة :

– إن إنطلاق غاز O_2 يفسر بحدوث المرحلة الكيموضوئية أي التحلل الضوئي للماء (تعمل التيلاكويد).

– قبل إضافة المستقبل "فيروسيانور البوتاسيوم": عدم إنطلاق O_2 أي عدم تحلل الماء إذا التيلاكويد لاتعمل.

– عند إضافة 0,1 مل "فيروسيانور البوتاسيوم": إنطلاق كمية قليلة من O_2 أي تحلل ضعيف للماء فعمل ضعيف للتيلاكويد بوجود الضوء.

– عند إضافة 0,3 مل "فيروسيانور البوتاسيوم" : إنطلاق كمية كبيرة من O_2، تحلل معتبر للماء، عمل نشيط للتيلاكويد بوجود الضوء.

– إذن تزداد كمية O_2 المنطلقة بزيادة كمية المستقبل.

– الضوء وحده غير كاف لتحلل الماء ولإنطلاق غاز O_2 أي لعمل التيلاكويد.

2 – تحديد نوع تفاعل المستقبل:

– حدث تفاعل إرجاع للمستقبل (إستقبال الإلكترونات) الذي تحول من اللون البني المحمر إلى اللون الأخضر [خلال عملية التركيب الضوئي يحدث تفاعل أكسدة يؤدى إلى تحرير إلكترونات تقوم بإرجاع المستقبل].

3 – شروط إنطلاق غاز O_2 (شروط عمل التيلاكويد) : – توفر الإضاءة.

– توفر مستقبل الإلكترونات.

ب – 1 – تحديد أطول الموجات الاكثر فعالية :

– طول الموجات الضوئية الاكثر فعالية هي المحصورة بين [400 - 500] nm والمحصورة بين [620 - 680] nm.

2 – المقارنة: هناك تطابق بين المنحنيين [توافق بين شدة الإمتصاص وشدة التركيب الضوئي].

الإستنتاج: الإشعاعات الأكثر إمتصاصا هي الاكثر فعالية في عملية التركيب الضوئي.

جـ – 1 – التحليل المقارن للمنحنيين :

– ز0 ـ ز1: في الظلام لا نلاحظ تغييرا في تركيز الـ O_2 في الوسط ولا في تركيز الـ ATP لعدم حدوث التركيب الضوئي.

– ز1 ـ ز2: بوجود الضوء نلاحظ بداية طرح الـ O_2 وتركيب الـ ATP بكميات قليلة.

– ز2 ـ ز3: بوجود الضوء وإضافة ADP وPi زيادة معتبرة في كمية O_2 (التحلل الضوئي للماء) وتركيب ATP.

– إنطلاقا من ز3 : في الظلام لا نلاحظ طرح O_2 ولا تشكل ATP.

2 – تأثير Pi ، ADP على إنطلاق غاز O_2: في الظلام تأثير محفز للتركيب الضوئي.

د – 1 – الإستنتاج : إن غاز CO_2 غير ضروري لعمل التيلاكويد.

التعليل : إنطلاق غاز الـ O_2 (عمل التيلاكويد) يتم بغياب CO_2 لفترة قصيرة.

2 – لا خلال زمن قصير ونعم إذا إستمرت التجربة لفترة زمنية طويلة (راجع التمرين 7)

إن توفر CO_2 ليس شرطا لعمل التيلاكويد (إنطلاق O_2) (في حدود زمني معين).

هـ – شروط عمل التيلاكوئيد هي: – الضوء. – مستقبل الإلكترونات. – وجود الـ ADP و Pi.

إجابة التمرين 9

أ – في التجربة (1) تم تثبيت جزء معتبر من CO_2 في حين لم يثبت أي جزء من CO_2 في التجربة (2).
إن تثبيت CO_2 ولو لفترة زمنية قصيرة رغم غياب الضوء مما يدل على أن هذا التثبيت لا يتطلب الضوء مباشرة.

ب – في التجربة (1) تشكلت نواتج المرحلة الكيموضوئية المتمثلة بالنواقل المرجعة $NADPH_2$ والـ ATP التي تستخدم في تثبيت CO_2 في مرحلة أخرى موالية وهي المرحلة الكيموحيوية.
في التجربة (2) لم تتحقق المرحلة الكيموضوئية إذا غياب نواتج هذه المرحلة إذا عدم تثبيت CO_2.
وهذا يؤكد بان هناك مرحلتان للتركيب الضوئي: – مرحلة كيموضوئية.
– مرحلة كيموحيوية.

جـ – عندما تزود الاشنة بـCO_2 وفي الظلام بعد عرضها لفترة سابقة يكون لديها نواتج المرحلة الكيموضوئية تستخدمها في تثبيت CO_2 وعند نفاذها تتوقف عن هذا التثبيت لغياب الضوء الذي بوجوده تتشكل نواتج المرحلة الكيموضوئية.
لذا نجد أن التثبيت في البداية يكون سريعا ثم يتناقص إلى أن يتوقف فيوازي المنحنى محور الزمن لنفاذ نواتج المرحلة الكيموضوئية.

إجابة التمرين 10

I – أ – 1 – العنصر هو التيلاكوئيد (الكييس).
2 – البيانات: 1 – كرية مذنبة (إنزيم الـ ATPase المكون للـ ATP). 2 – غشاء التيلاكويد.
3 – تجويف التيلاكويد.
ب – النتيجة المتوصل إليها : إن مصدر الـ O_2 المنطلق في عملية والتركيب الضوئي هو الماء وليس غاز الفحم.

II – أ – نستنتج أن شروط عمل التيلاكويد هو : – وجود الضوء.
– وجود مستقبل الإلكترونات.
ب – 1 – تحديد نوع التفاعل الذي حدث في (1 ، 2)؟
– التفاعل (1): تفاعل أكسدة.
– التفاعل (2): تفاعل إرجاع.
2 – تفسير التفاعل (2): حدث تفاعل إرجاع للحديديك (الحديد الثلاثي) Fe^{+++} إلى الحديدوز (الحديد الثنائي) Fe^{++} بإكتسابه إلكترون.

$$Fe^{+++} + é \longrightarrow Fe^{++}$$

3 – نعم حيث نلاحظ أن مصدر غازالـ O_2 هو أكسدة الماء.
4 – تمثيل التفاعلين (1 ، 2) في معادلتين بسيطتين:

$$2H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} 4H^+ + 4é + O_2 \quad \text{..... أكسدة}$$

$$4Fe^{+++} + 4é \longrightarrow 4Fe^{++} \quad \text{..... إرجاع}$$

جـ – 1 – تفسير ظهور اللون الأحمر: الضوء الصادر من اليخضور ناتج عن تهيج اليخضور، فالإلكترون يكتسب الطاقة الضوئية فينتقل من مدار داخلي على مدار خارجي وعند عودته إلى مداره الاصلي يفقد تلك الطاقة بشكل إشعاعات حمراء وحرارة.
2 – إستنتاج مصير الطاقة و الإلكترون في تجربة الإستشعاع : الإلكترون يعود إلى مداره الأصلي، والطاقة تحرر على شكل إشعاعات حمراء وحرارة.



إجابة التمرين 11

1 – التعرف على العناصر المرقمة : 1 – حبيبة نشاء، 2 – صفيحة حشوية، 3 – فجوة عصارية، 4 – النواة، 5 – الجدار السيلوزي، 6 – الهيالوبلازم، 7 – ميتوكوندري، 8 – الشبكة المحببة.

2 – تحديد الطبيعة الكيميائية للحبيبات : ذات طبيعة سكرية معقدة (نشاء).

3 – الوظيفة الخلوية هي : التركيب الضوئي.

– مقر الظاهرة: الصانعة الخضراء.

– رسم الصانعة الخضراء (راجع التمرين 2).

4 – الإستنتاج : – الكربون الداخل في تركيب الجزيئات العضوية مصدره كربونه CO_2.

– الاكسجين الداخل في تركيب الجزيئات العضوية مصدره أكسجين CO_2.

– الاكسجين المنطلق مصدره التحليل الضوئي للماء.

$$H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} 2H^+ + 2e^- + \frac{1}{2}O_2$$

5 – أ – تحليل منحنى الوثيقة 2 :

– بوجود CO_2: تركيز الـ APG والـ Rudip ثابتة مع ملاحظة أن كمية الأول أكبر من الثاني.

– بغياب CO_2: تناقص الـ APG (نفاذه) وتراكم الـ Rudip.

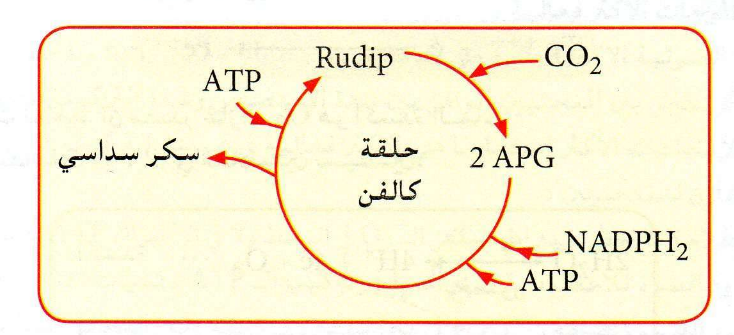
التفسير: بوجود CO_2: هناك توازن ديناميكي حيث الكميات المتحولة من إحدهما إلى الآخر ثابتة حيث سرعة تحويلهما يساوي سرعة تركيبهما.

بغياب CO_2 : يتناقص الـ APG ويزداد الـ Rudip بسبب غياب CO_2 وبالتالي عدم قدرة الـ Rudip التحول إلى الـ APG في حين تحول كل APG إلى Rudip.

تحليل منحنى الوثيقة 3: بوجود الضوء: توازن ديناميكي لكميتي الـ APG والـ Rudip مع ملاحظة أن كمية الـ APG أكبر من كمية الـ Rudip.

بغياب الضوء: يزداد الـ APG بسبب تثبيت CO_2 من قبل الـ Rudip، في حين عدم تحويل الـ APG إلى Rudip نتيجة غياب الضوء فغياب المرحلة الكيموضوئية فغياب نواتج المرحلة الكيموضوئية الضرورية لهذا التحويل.

ب – المخطط المبسط:



إجابة التمرين 12

أ – 1 – عند سقوط فوتونات على أصبغة هوائية في النظام الضوئي يتم إستقبال الفوتونات ونقل الطاقة الضوئية بين مجموعة من الاصبغة الهوائية.

2 – تحديد دور كل من الصبغة الهوائية و أصبغة مركز التفاعل في النظام الضوئي:

– يتكون النظام الضوئي من:



– الإصبغة الهوائية : تقوم بنقل الطاقة دون الإلكترونات (بالرنين).

– أصبغة مركز التفاعل: تقوم بنقل الطاقة والإلكترونات حيث تتم فيها عملية أكسدة (فقد الإلكترون ذو الطاقة العالية).

3 – تعليل إستعمال تسمية مركز التفاعل لجزيئات من اليخضور الخام من النظام الضوئي: بسبب حدوث تفاعل الأكسدة بها.

ب – 1 – التحليل: – يتكون النظام الضوئي من:

- الاصبغة الهوائية [يخضور "أ" ، "ب"، أشباه الكاروتينات عدد كبير منها].
- أصبغة مركز التفاعل [يخضور "أ" وهي جزيئتان، P_{680} في PSII و P_{700} في PSI].

– الوثيقة (2): إستقبال الطاقة الضوئية من طرف صبغة هوائية P_1 فتتهيج فينتقل الإلكترون من مدار داخلي إلى مدار خارجي ثم تنتقل الطاقة المحررة إلى صبغة هوائية مجاورة P_2 فتهيجها نتيجة عودة الإلكترون إلى مداره الأصلي، وهكذا إلى أن تنتقل الطاقة إلى صبغة مركز التفاعل فتتهيج هذه الاخيرة وتحرر إلكترون غني بالطاقة (أكسدة).

2 – الإستخلاص: الأصبغة الهوائية تقتنص الطاقة من الطاقة الضوئية وترسلهاالى أصبغة مركز التفاعل التي تتأكسد بفقدها إلكترونا غني بالطاقة.

جـ –

الأصبغة الهوائية	أصبغة مركز التفاعل
تنتقل الطاقة بين الأصبغة الهوائية دون إنتقال الإلكترونات	تنتقل الطاقة والإلكترون

د – تسقط الفوتونات على PSII فيتأكسد كمايلي:

$$2P_{680}(PSII) \xrightarrow{\text{الضوء}} 2P^{+}_{680} + 2e^{-} \quad \ldots\ldots\ (1)$$

– فيقوم بإرجاع النواقل T الموجودة بين PSII و PSI كما يلي:

$$T_1 + 2e^{-} + 2H^{+} \longrightarrow T_1H_2 \quad \ldots\ldots\ (2)$$

$$T_1H_2 \longrightarrow T_1 + 2H^{+} + 2e^{-} \quad \ldots\ldots\ (3)$$

$$2T_2^{+3} + 2e^{-} \longrightarrow 2T_2^{+2} \quad \ldots\ldots\ (4)$$

$$2T_2^{+2} + 2T_3^{+3} \longrightarrow 2T_2^{+3} + 2T_3^{+2} \quad \ldots\ldots\ (5)$$

– تسقط الفوتونات على PSI فيتأكسد كمايلي:

$$2P_{700}(PSI) \xrightarrow{\text{الضوء}} 2P^{+}_{700} + 2e^{-} \quad \ldots\ldots\ (6)$$

– فيقوم بإرجاع النواقل T' الموجودة بعد PSI كمايلي:

$$T'_1 + 2e^{-} \longrightarrow T'^{-2}_1 \quad \ldots\ldots\ (7)$$

$$T'^{-2}_1 + T'_2 \longrightarrow T'_1 + T'^{-2}_2 \quad \ldots\ldots\ (8)$$

– ثم إرجاع نواقل الهيدروجين الموجودة في الحشوة $NADP^+$ كمايلي:

$$T'_2{}^{-2} + 2H^+ + NADP^+ \longrightarrow T'_2 + NADPH.H^+ \quad \ldots\ldots\ (9)$$

– لكي يستمر عمل هذين النظامين فلابد من إسترجاع إلكتروناتهما:

• إن PSI يسترجع إلكتروناته من PSII عن طريق T_3 كمايلي:

$$2P^+_{700}(PSI) + 2T_3^{+2} \longrightarrow 2P_{700} + 2T_3^{+3} \quad \ldots\ldots\ (10)$$

• أما PSII فيسترجع إلكتروناته من التحلل الضوئي للماء:

$$H_2O + 2P^+_{680} \longrightarrow 2P_{680} + 2H^+ + \frac{1}{2}O_2 \quad \ldots\ldots\ (11)$$

• تتكدس الكييسات بالبروتونات فخروجها حسب تدرج التركيز عبر الكريات المذنبة تحرر طاقة تعمل على فسفرة الـ ADP إلى ATP كمايلي:

$$ADP + Pi \xrightarrow{ATPSynthase} ATP \quad \ldots\ldots\ (12)$$

• بجمع المعادلات السابقة نحصل على المعادلة الإجمالية للفسفرة الضوئية:

$$H_2O + NADP^+ + ADP + Pi \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} NADPH.H^+ + ATP + \frac{1}{2}O_2$$

إجابة التمرين 13

1 – أ – الإستخلاص: في وجود CO_2 والماء تقوم الصانعة الخضراء المعرضة للضوء بتركيب مادة عضوية وتحرير غاز O_2 وان مصدر الـ O_2 المنطلق هو الماء ومصير كاربونه CO_2 يدخل في بناء المادة العضوية.

ب – المعادلة الكيميائية الإجمالية:

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{اليخضور}]{\text{الضوء}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

جـ – تحديد مقر التفاعلات: إن التحلل الضوئي للماء وإرجاع النواقل وتشكل الـ ATP وطرح الـ O_2 يتم على مستوى الكييس (المرحلة الكيموضوئية).

– تثبيت غاز CO_2 بإستخدام نواتج المرحلة الكيموضوئية وبناء المادة السكرية، يحدث في المادة الأساسية (الحشوة) للصانعة الخضراء (المرحلة الكيموحيوية).

2 – أ – تحليل وتفسير المنحنيات: تمثل منحنيات تطور كمية الإشعاع في المركبات بدلالة الزمن.

– ظهور الإشعاع في الـ APG، بعد ثانية من تزويد الوسط بـ CO_2 المشع مع غياب الإشعاع في بقية المركبات دلالة على أن الـ APG هو أول مركب يظهر فيه الإشعاع حيث يدخل في تركيبه CO_2.

– تناقص الإشعاع في الـ APG، ويقابل ذلك ظهور الإشعاع في مركب أخر وهو التريوزات وبعد ذلك في السكريات السداسية دلالة على استخدام الـ APG في تركيب التريوزات وهذا الأخير يركب منه السكريات السداسية.

• من (5,5 ـ 9 ثا) ثبات كمية الـ APG، وتزايد كمية كل من التريوزات والسكر السداس دلالة على إستعمال الـ APG في تركيب السكريات وتجديده لذا تبقى كميته ثابتة.

• ما بين (9 ـ 14 ثا) من بداية التجربة :



– إستمرار ثبات كمية الـ APG وكمية التريوزات يقابله إستمرار زيادة في كمية السكريات السداسية، يدل ذلك على إستمرار إستعمال وتجديد الـ APG، وان ما يستعمل من تريوزات في تركيب السكريات يعاد تجديده.

• بعد (14 ثا) :

– تناقص ضعيف للتريوزات، دليل على إستعماله وعدم تجديده، لنفاذ كمية CO_2 في الوسط يقابل ذلك تزايد كمية السكر السداسي.

ب – ترتيب المركبات الناتجة : يتشكل الـ APG أولا ثم التريوز ثم السكر السداسي.

جـ – لا تسمح النتائج بتحديد الجزيئة العضوية المستقبلة لـ CO_2.

• **التعليل:** إن الجزيئة العضويـة المستقبلة لـ CO_2 هي مركب "RUDIP" الذي لم تشـر إليه النتائـج التجريبية المقدمة.

إجابة التمرين 14

1 — المعلومات التي يمكن إستخراجها فيما يخص آليات التركيب الضوئي:

– من 1 ، 2 : نستخرج أن تشكل الـ ATP يتم فقط على مستوى الأغشية التيلاكويدية.

– من 3 ، 4 ، 5 : نستنتج أن تثبيت CO_2 بكميات معتبرة يتم في المادة الأساسية (ستروما) في وجود نواتج التفاعلات الكيموضوئية ($NADPH.H^+$ ، ATP) الناتجة عن نشاط الأغشية التيلاكويدية.

2 — أ – تحليل النتائج المحصل عليها :

– بعد 1 ثانية نسجل ظهور APG مشع.

– بعد 5 ثواني ظهور عنصرين جديدين هما: TP ، HP مع نقصان في كمية APG.

– بعد 15 ثانية نسجل ظهور مركب جديد: Rudip مع تناقص كمية كل من APG وTP وزيادة في كمية HP.

الإستنتاج فيما يخص المركبات المحصل عليها: إن المركبات المحصل عليها في نهاية التجربة تشكلت إنطلاقا من APG الناتج عن تثبيت CO_2 المشع في وجود الضوء.

ب – إقتراح ترتيب المركبات المتشكلة حسب التسلسل الزمني:

$$\text{Rudip} \longleftarrow \text{HP} \longleftarrow \text{TP} \longleftarrow \text{APG}$$

جـ – الفرضيات المقدمة فيما يخص مصدر APG:

– الفرضية الاولى : ينتج الـ APG من إتحاد ثلاث جزيئات من CO_2.

– الفرضية الثانية : بما ان APG ثلاثي الكربون فانه ينتج من إستقبال CO_2 لمركب ثنائي الكربون.

– الفرضية الثالثة : ينتج الـ APG من تثبيت جزيئة CO_2 على مركب خماسي الكربون (C_5) وتشكل جزيئة سداسية الكربون (C_6) تعطي بدورها جزيئتين من APG (C_3).

د – تأكيد الفرضيات :

– نعم تسمح هذه النتائج بتأكيد الفرضية الثالثة.

– **التعليل:** بما اننا تحصلنا على جزيئتين من الـ APG وظهر الإشعاع في واحدة منها فقط يدل ذلك على أن الفرضية الثالثة هي الصحيحة.

$$C^* - C - C + C - C - C \leftarrow C^* - C - C - C - C - C \leftarrow {}^*CO_2 + C - C - C - C - C$$

هـ – α : ملاحظة تطور المركبين في الوسطين:

– في الوسط 1 % من CO_2 نسجل كمية كل من APG أو الـ Rudip ثابتة مع مرور الزمن وتتطور بصفة متوازية.

– في الوسط 0 % من CO_2 نسجل أن نسبة Rudip تزداد بإستمرار (تراكم)، بينما نسبة APG تتناقص مع مرور الزمن (إلى ان تنعدم).

β : تفسير تطور المركبين في الوسطين :

• تفسير الملاحظة الأولى: وجود توازن ديناميكي بين تحويل Rudip إلى APG خلال تثبيت CO_2 وتجديده



إنطلاقا من APG.

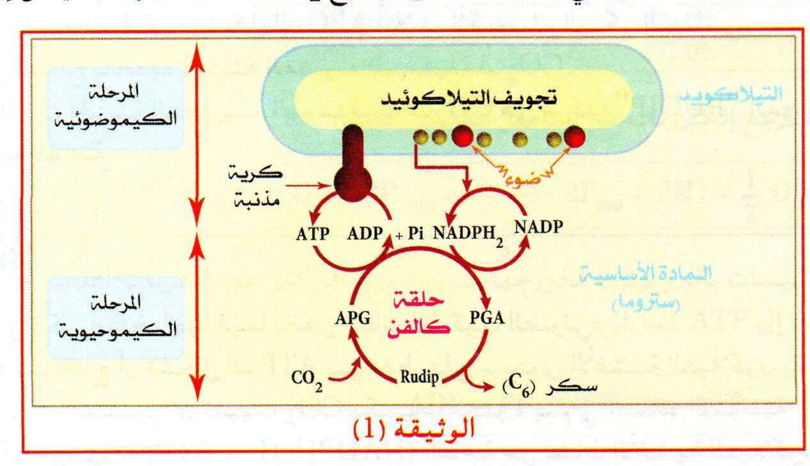
- تفسير الملاحظة الثانية: تترجم زيادة Rudip على عدم تحويله في غياب CO_2 وتراكمه من خلال تحويل APG الموجود.

ويرجع تناقص APG إلى عدم تشكله في غياب CO_2 ومواصلة تحويله إلى Rudip.

ومن خلال هذه النتائج نلاحظ أن هناك علاقة وطيدة بين المركبين تتمثل في حلقة كالفن.

γ : لأن أشنة الكلوريلا كائن حي لابد أن يتنفس فيطرح CO_2 أثناء التجربة ولا يمكن إيقاف التنفس.

3 —



الوثيقة (1)

إجابة التمرين 15

أ — 1 —

المراحل	PH الوسط الداخلي	PH الوسط الخارجي	المقارنة
المرحلة (1)	7	7	متماثل
المرحلة (2)	4	7	مختلف

مفهوم PH: يعبر عن حموضية الوسط و هو يتناسب عكسيا مع تركيز البروتونات في الوسط.

$$PH = -\text{Log}[H^+] \text{ أو } 10^{-PH} = [H^+] \text{ أو } \frac{1}{[H^+]} = PH$$

2 — التفسير الشاردي: تركيز البروتونات (في المرحلة 2) في الوسط الخارجي > من تركيزها في التجويف.

3 — التعليل: تغير PH تجويف الكييس في المرحلة (3) نتيجة زيادة في تركيز البروتونات (أي دخول البروتونات).

4 — التعليل: لزيادة قيمة PH أي إنخفاض تركيز البروتونات في الوسط الخارجي وتوليد فرق في تدرج تركيز البروتونات بين الداخل والخارج.

5 — α — مصدر البروتونات:

— إدخال البروتونات من قبل T_2 وذلك بإستخدام الطاقة الناتجة عن حركة الإلكترونات.

— التحلل الضوئي للماء.

β — آلية تركيب الـ ATP: خروج البروتونات حسب تدرج التركيز من خلال المعبر الذي يوفره أنزيم ATPsynthétase محررة طاقة فينشط الإنزيم ويقوم بفسفرة ADP إلى ATP بإستعمال Pi.

γ — المعادلة :

$$ADP + Pi \xrightarrow{\text{ATPsynthétase}} ATP + H_2O$$

6 — شروط تركيب الـ ATP: — وجود فرق في تدرج تركيز البروتونات.

— وجود إنزيم ATPsynthétase.

— وجود ADP وPi.



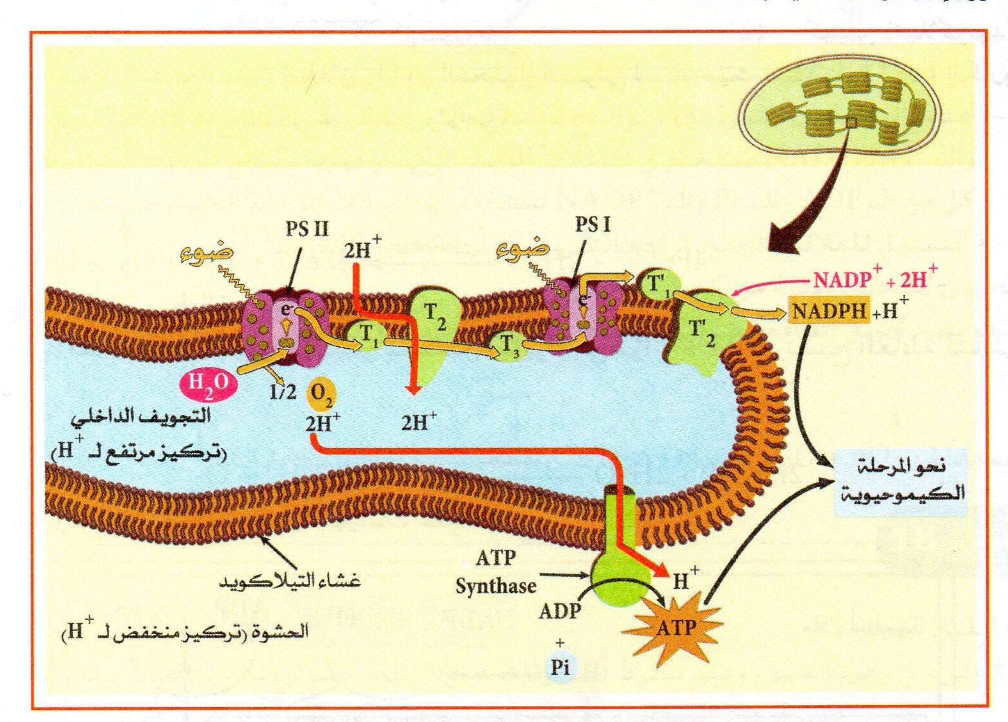
ب – 1 – البيانــات:

1 – الماء
2 – إلكترونات
3 – بروتونات
4 – إنزيم محلل للماء
5 – ADP + Pi
6 – ATP
7 – O_2
8 – CO_2
9 – السلسلة التركيبية الضوئية
10 – ATP synthétase
11 – غشاء داخلي
12 – غشاء خارجي
13 – غشاء التيلاكوئيد
14 – PSII
15 – PSI
16 – نواقل إلكترونات
17 – $NADP^+$
18 – $NADPH.H^+$

2 – نواتج المرحلة الكيموضوئية : $NADPH.H^+$ ، ATP و O_2

3 – دور العنصرين 14 ، 15: النظامان الضوئيان PSII وPSI مسؤولان على إستقبال وتحويل الطاقة الضوئية في صورة إلكترونات غنية بالطاقة.

جـ –



إجابة التمرين 16

أ – 1 – نلاحظ أن كمية CO_2 المثبتة تتغير حسب شدة الإضاءة والعلاقة طردية.

الإستنتاج: إرتفاع شدة الإضاءة يؤدي إلى إرتفاع كمية CO_2 المثبتة.

2 – في حالة إستعمال 1000 شمعة مشتعلة نلاحظ كلما يزداد تركيز CO_2 في الوسط تزداد كمية CO_2 الممتصة من طرف النبات (العلاقة طردية).

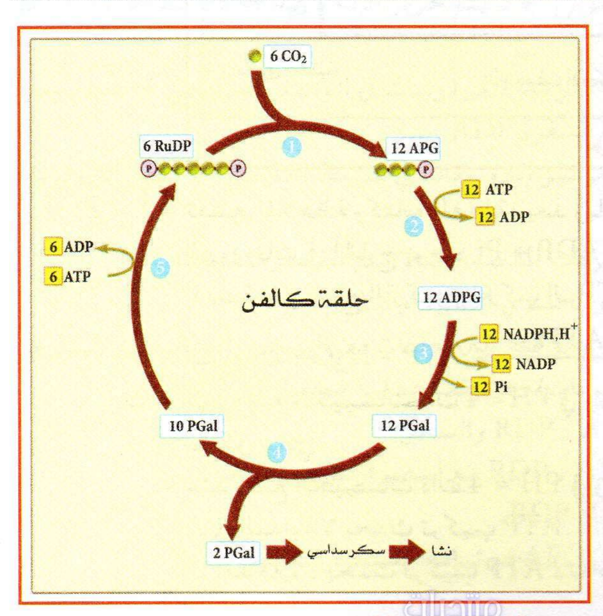
– الأمر يتعلق بظاهرة التركيب الضوئي.

3 – الرسم (راجع التمرين 2) رسم الصانعة الخضراء.

ب – 1 – الترتيب :

APG ← سكر سداسي الفوسفات ← سكروز ← نشاء

2 – العلاقة (لاحظ المخطط المقابل).



يدمج CO_2 ليشكل مع Rudip جزيئتان من الـ APG الذي بدوره يعطي (يجدد) الـ Rudip من جهة ومن جهة أخرى سكر أحادي الفوسفات الذي يؤدي الى تكون السكروز ثم النشاء.

إجابة التمرين 17

I — 1 – تسمية العضية : صانعة خضراء (كلوروبلاست).

2 – التعرف على العناصر:

1 – غشاء خارجي
2 – غشاء داخلي
3 – مادة أساسية
4 – صفيحة
5 – أكياس بذيرية
6 – نشاء
7 – حبيبة كثيفة
8 – ريبوزوم
9 – ADN
10 – كرات مذنبة (ATPase)
11 – غشاء الكييس
12 – كييس (تيلاكوئيد)

II — 1 – أ – تفسير النتائج : يعود إنطلاق O_2 إلى التحليل الضوئي للماء حيث تستقبل Fe^{+++} إلكترون فتتحول إلى Fe^{++} (إرجاع الناقل غير الفيزيولوجي).

• المعادلة :

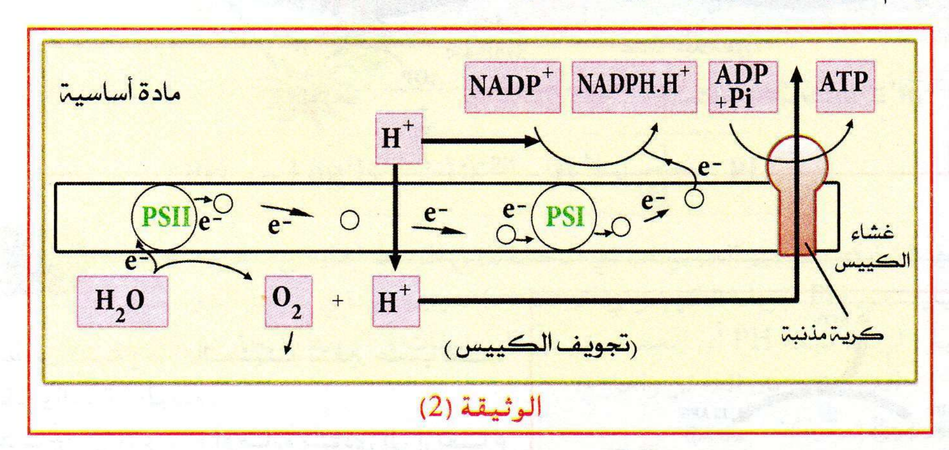
$$4Fe^{+++} + 2H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} 4Fe^{++} + 4H^+ + O_2 \uparrow$$

• التوضيح في الشروط الفيزيولوجية العادية :

تعوض أكسلات البوتاسيوم الحديدي بمستقبل فيزيولوجي هو: $NADP^+$ وتصبح المعادلة كمايلي:

$$2NADP + 2H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} 2NADPH.H^+ + O_2 \uparrow$$

ب – رسم الوثيقة (2) وكتابة البيانات عليه:



الوثيقة (2)

2 – أ – تفسير الملاحظة وكتابة المعادلة: بعد زيادة تركيز البروتونات داخل الكييسات ثم القيام بخفض نسبة البروتونات في الخارج بوجود ADP + Pi فإن البروتونات (H^+) في تجويف الكييس تتدفق عبر الكريات المذنبة وفق تدرج التركيز و يتركب الـ ATP مستعملا طاقة تدفق البروتونات H^+ عبر الكريات المذنبة.

المعادلة :

$$ADP + Pi \xrightarrow{\text{ATPase}} ATP + H_2O$$

ب – عند وضع الكييسات ذات PH= 4 في وسط PH= 8 وفي وجود الضوء الأبيض، يستمر تركيب الـ ATP بشكل عادي.

– عند وضع الكييسات ذات PH = 4 في وسط PH = 4 في وجود الضوء الابيض نلاحظ مايلي:

- في البداية لا يحدث تركيب ATP.
- بعد فترة : يحدث تركيب ATP لأنه سوف يتشكل فرق في تدرج تركيز البروتونات.



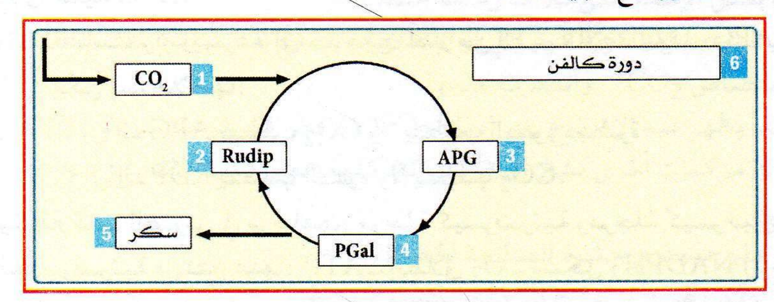
جـ – العلاقة بين المعلومات المستخلصة : نعم ، توجد علاقة.

التعليل: – المعلومة المستخلصة من المثال الاول هي: إرجاع النواقل $NADPH.H^+$.

– المعلومة المستخلصة من المثال الثاني هي: تركيب ATP.

تدفق الـ H^+ عبر الكرية المذنبة يؤدي إلى تركيب ATP وإرجاع النواقل $NADP^+$ من جهة أخرى.

III – أ – إعادة رسم المخطط ووضع البيانات :



ب – تحديد العلاقة بين النموذجين : نواتج تفاعلات المرحلة الكيموضوئية المتمثلة في كل من الـ ATP والـ $NADPH.H^+$ تستخدم في تفاعلات المرحلة الكيموحيوية ونواتج المرحلة الكيموحيوية المتمثلة في كل من الـ ADP والـ Pi والـ $NADP^+$ تستخدم في تفاعلات المرحلة الكيموضوئية.

- التمثيل للعلاقة بالرسم: (راجع التمرين 18 أو الصفحة 248).

VI – تلخيص الظاهرة: الآلية هي التركيب الضوئي.

التعريف: تحويل الطاقة الضوئية الى طاقة كيميائية كامنة في المركبات العضوية من طرف النبات الأخضر.

المعادلة : $n\,CO_2 + 2n\,H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} Cn\,H_2n\,On + n\,H_2O + nO_2 \uparrow$

إجابة التمرين 18

I – 1 – تحليل التجارب :

التجربة الأولى: في وجود الضوء وعند سقوط الفوتونات على النظام الضوئي فإنه يتأكسد لفقده الإلكترونات التي تعمل على إرجاع المستقبل Fe^{+3} وفقا للمعادلة التالية: $2Fe^{+3} + 2e^- \rightarrow 2Fe^{+2}$ ثم يسترجع النظام الضوئي إلكتروناته من تحلل الماء، فينتج عن هذا التحلل إنطلاق الاكسجين.

عند توقيف الإضاءة ← تعطيل النظام الضوئي ← لا يتم تحرير الإلكترونات ← لا يتم تحليل ضوئي للماء ← لا ينطلق الاكسجين.

التجربة الثانية: أ – تركيز البروتونات داخل التيلاكويد = تركيز البروتونات في الوسط الخارجي ← عدم وجود فرق في تدرج تركيز البروتونات ← عدم فسفرة ADP.

ب – تركيز البروتونات داخل التيلاكويد > تركيز البروتونات في الوسط الخارجي ← تدفق البروتونات فسفرة ADP.

جـ – فسفرة الـ ADP تتم على مستوى الكريات المذنبة، لذا لا تتم الفسفرة بغيابها.

د – فسفرة الـ ADP على مستوى التيلاكويد تتم في الضوء أو الظلام.

هـ – وجود "FCCP" يؤدي إلى زوال الفرق في تركيز البروتونات بين الوسطين الداخلي والخارجي (اغشية التيلاكويد تصبح نفوذة للبروتونات) ← توقف عملية فسفرة الـ ADP.

التجربة الثالثة: من 0 إلى 10 : تتزايد كمية كل من الـ APG ، RDP والسكر.

من 10 إلى 30 : ثبات كمية كل من الـ APG ، RDP مع إستمرار تزايد السكر.

من 30 إلى 35 : تزايد السكر، APG ونقصان RDP.

من 35 إلى 40 : ثبات كمية السكر، تناقص APG ثم ثباته، إستمرار تناقص RDP.



التجربة الرابعة:

- في وجود CO_2 بنسبة 1 % : من 0 إلى 300: ثبات كمية كل من APG ،RDP مع ملاحظة أن كمية AGP تساوي تقريبا خمس مرات كمية RDP.
- في وجود CO_2 بنسبة ضئيلة جدا(شبه معدومة) 0,003 % :
  - تناقص سريع في كمية APG.
  - تزايد كمية RDP بإستمرار وبسرعة إلى حد معين أكبر من القيمة الأصلية للـ APG ثم تتناقص.

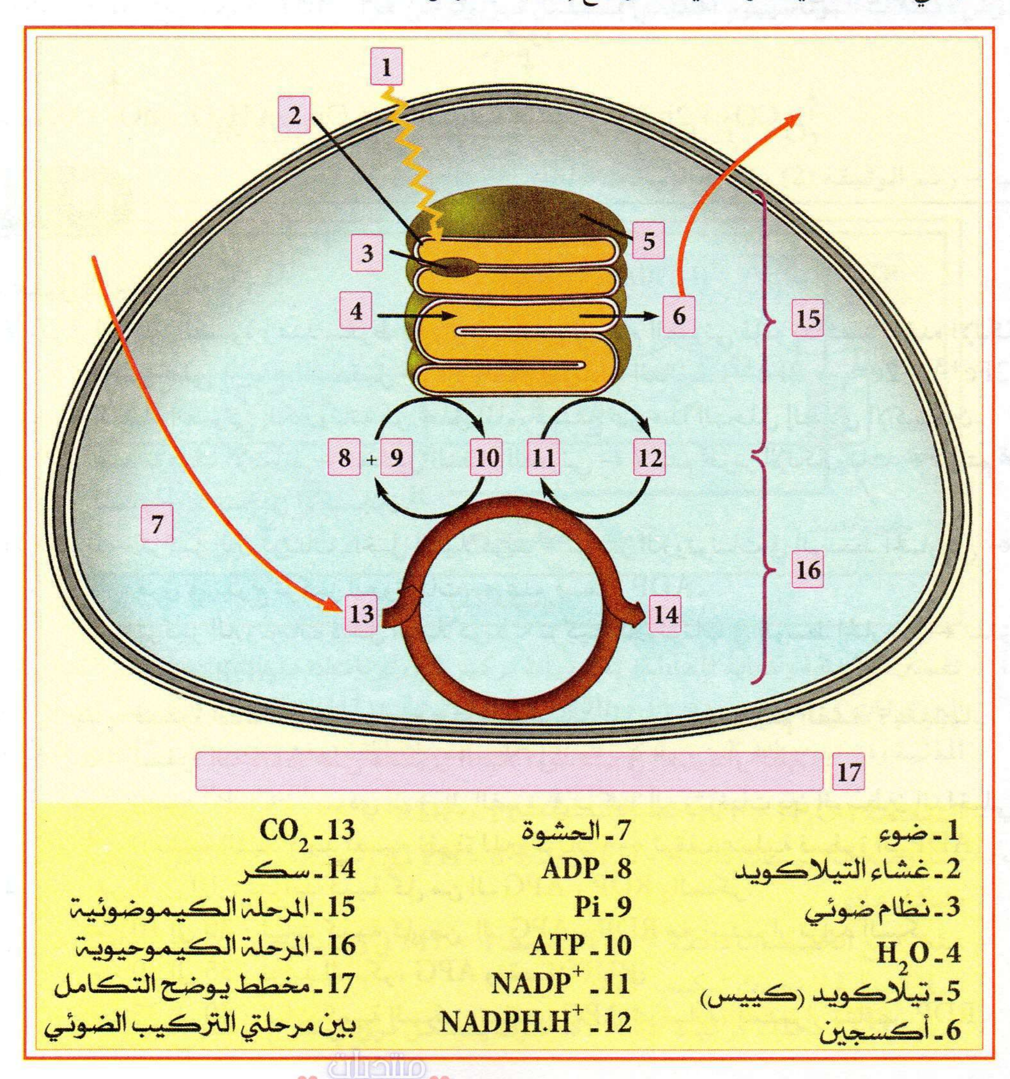
2 – المعلومات التي يمكن إستخلاصها:

- تحويل الـ RDP إلى الـ APG يتطلب CO_2 ولا يتطلب الضوء مباشرة.
- تحويل الـ APG إلى الـ RDP يتطلب الضوء ولا يتطلب CO_2.
- تتم عملية التركيب الضوئي في مرحلتين: مرحلة كيموضوئية ومرحلة كيموحيوية.
- المرحلة الكيموضوئية : ينتج عنها: ATP ـ إنطلاق O_2 ـ تشكل $NADPH_2$ (إرجاع النواقل).
- المرحلة الكيموحيوية :

تثبيت CO_2 على RDP ←تشكل— 2APG ←إستخدام نواتج المرحلة الكيموضوئية— السكر وتجديد RDP

هناك تكامل: نواتج المرحلة الكيموضوئية تستعمل في المرحلة الكيموحيوية ونواتج المرحلة الكيموحيوية تستعمل في المرحلة الكيموضوئية (كل مرحلة تعتمد على نواتج المرحلة الأخرى).

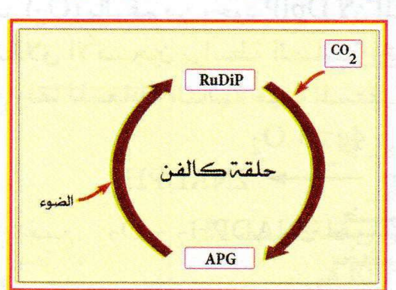
II – رسم تخطيطي للعلاقة بين المرحلتين : (راجع إجابة التمرين 36)



إجابة التمرين 19

أ – 1 – تعليل إستعمال $^{14}CO_2$ المشع: يسمح بتتبع نواتج تثبيته والمركبات الناتجة من ذلك.
2 – الهدف من إستقبال مستخلص الأشنة في ميثانول مغلى : يسمح بتوقيف التفاعلات الإنزيمية وإستخلاص المكونات وذلك بقتل الإشنة على فترات زمنية محددة.
3 – فائدة إستعمال التسجيل الكروماتوغرافي ذو البعدين : يسمح بفصل المكونات المصنعة خلال عملية التركيب الضوئي بعد إمتصاص $^{14}CO_2$ والتعرف عليها.
4 – تحديد أول مركب يظهر فيه الإشعاع بعد إدماج CO_2 : حمض فوسفوغليسريك APG.
5 – ظهور الإشعاع في مركبات أخرى يشير إلى ترتيب تشكلها وتغير كمية الإشعاع فيها يدل على تحولها مع الزمن إلى مركبات أخرى.
6 – يتم دمج CO_2 على مستوى حشوة الصانعة الخضراء.
7 – شروط دمج غاز CO_2 هي: – نواتج المرحلة الكيموضوئية.
– توفر غاز CO_2.

ب – 1 – تحليل المنحنى (1):
• في وجود الضوء وCO_2 : ثبات تركيز كل من APG وRuDiP.
• في وجود الضوء وغياب CO_2 : – تزايد كمية RuDiP (تزايد نسبة الإشعاع).
– تناقص كمية APG (تناقص نسبة الإشعاع).
2 – تفسير ثبات كل من APG وRuDiP بوجود الضوء و CO_2: تجديد كل منهما بإستمرار (تحول وإنتاج بنفس الكمية).
3 – تفسير تزايد RuDiP وإنخفاض APG في غياب CO_2 :
– تزايد RuDiP يتم تركيبه ولكنه لا يستهلك (لايحول).
– تناقص APG: يستهلك (يحول) ولا يتم تركيبه.
4 – التعليل: – تناقص كمية RuDiP يفسر بتحوله وعدم تركيبه.
– تزايد كمية APG: يفسر بتركيبه وعدم تحوله. [الغياب الضوء].
5 – الإستخلاص: إن المركبين يتحولان إلى بعضهما البعض (كل منهما يتركب من الآخر ويتحول إليه) ضمن حلقة يتطلب إستمرارها وجود CO_2 والضوء (حلقة كريبس).



جـ – شروط تجديد RuDiP: – توفر CO_2.
– توفر الإضاءة.

إجابة التمرين 20

1 – رسم الصانعة الخضراء (راجع التمرين 2).
2 – المعلومات : – مصدر الـ O_2 المنطلق هو الماء وليس CO_2.
– مصير C غاز الفحم يدخل في بناء جزيئات السكر المتشكلة (الناتجة).
– مصير O_2 غاز الفحم يدخل في بناء جزيئات السكر المتشكلة (الناتجة).



3 — α – يتطلب إنتاج الـ ATP وجود الـ ADP وPi والماء والضوء.
– يتطلب طرح الـ O_2: الضوء والماء.
– يتطاب تشكل النشاء: الضوء ، CO_2 ، ADP ، Pi والماء.

β – $2H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضـوء}} 4H^+ + 4e^- + O_2$

$CO_2 + 2H^+ + 2e^- \xrightarrow{\text{أنزيمات}} [CH_2O]_n$

$E + ADP + Pi$ (طاقة) $\xrightarrow{\text{ATP سنتاز}} ATP + H_2O$

γ – مقر تركيب الـ ATP على مستوى الكرات المذنبة (ATP synthase) في غشاء التيلاكويد.
– يتم تركيب النشاء على مستوى الستروما.

إجابة التمرين 21

1 — تفسير نتائج مراحل كل تجربة:

التجربة الأولى:

المرحلة الأولى: عند إستعمال ماء ذو أكسجين مشع ينطلق أكسجينا مشعا يؤكد أن مصدر الاكسجين المنطلق هو الماء (H_2O) نتيجة أكسدته خلال المرحلة الكيموضوئية للتركيب الضوئي وليس مصدره (CO_2) الذي يدخل في بناء المادة العضوية الناتجة. $2H_2O \rightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$

المرحلة الثانية: من خلال التجربة السابقة: ما هو مصير الإلكترونات والبروتونات الناتجة؟ وكيف تصل إلى المادة العضوية؟

التحليل والتفسير: خلال 6 دقائق الاولى في الظلام أو في الضوء يبقى تركيز (O_2) في المعلق المحتوي على العضيات الخلوية في تناقص مستمر لغياب المستقبل ولأن المعلق يحتوي بالإضافة للصانعات الخضراء الميتوكوندري التي تستهلك أكسجين الوسط لأنها مقر الأكسدة الخلوية.

عند اللحظة (ز = 5 د و15 ثا) و بإضافة DpiP يتسبب في إرتفاع تركيز (O_2) نتيجة أكسدة الماء على مستوى الصانعات الخضراء بوجود الضوء ليرجع المستقبل (أكسدة إرجاعية) فيحرر كمية من الـ (O_2) أكبر من الكمية المستهلكة من قبل الميتوكوندري.

بعد اللحظة (ز = 7,5 د) يقل تركيز (O_2) بالرغم من وجود DpiP لان المعلق في الظلام.

أي الضوء و المستقبل ضروريان لإنطلاق الأكسجين بواسطة الصانعة الخضراء ومنه فالماء يتأكسد بوجود الضوء ومستقبل الإلكترونات والذي يرجع وفقا للمعادلة التالية حيث المستقبل الطبيعي هو NADP.

$2H_2O \longrightarrow 4H^+ + 4e^- + O_2$

$2NADP + 4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2NADPH_2$

تصبح معادلة التجربة الاولى و ذلك بالجمع: $2H_2O + 2NADP \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضـوء}} 2NADPH_2 + O_2$

التجربة الثانية: المرحلة الأولى:

– الخطوة 1 : بوجود مستقبل الإلكترونات والضوء لا يتشكل الـ ATP، ويرجع ذلك لغياب الـ ADP و Pi.
– الخطوة 2 : بوجود مستقبل الإلكترونات والضوء والـ ADP والـ Pi يتشكل الـ ATP، وذلك لتوفر شروط تركيب الـ ATP.
– الخطوة 3 : بوجود مستقبل الإلكترونات والـ ADP والـ Pi لا يتشكل الـ ATP، وذلك لغياب الضوء.
– الخطوة 4 : بوجود الضوء والـ ADP والـ Pi لا يتشكل الـ ATP، وذلك لغياب مستقبل الإلكترونات.

المرحلة الثانية: *دمج CO_2 في المواد العضوية الناتجة يستمر لمدة قصيرة (20 ثانية) حتى بعد إيقاف الإضاءة* ثم تتوقف تماما بعد ذلك أي يمكن إستمرار تركيب المواد العضوية من CO_2 في الظلام لمدة قصيرة جدا إذا سبقت بإضاءة، وهذا يؤكد أن المواد المتكونة في المرحلة الكيموضوئية ($ATP + RH_2$) تستعمل في بناء المواد العضوية.
بوجود الطاقة الضوئية الممتصة بواسطة الأنظمة الضوئية يتحقق توازن ديناميكي في تركيب ($ATP + RH_2$)



حيث تركب وتستهلك في تركيب المادة العضوية بنفس السرعة.

2 — المخطط التوضيحي: راجع إجابة التمرين 18 أو التمرين 36.

إجابة التمرين 22

1 — أ — تسمية البيانات المرقمة: (1) غلاف الصانعة، (2) صفيحة، (3) مادة أساسية، (4) حبيبة (كييسات).

ب — α — تحديد التحويل: تحول الصانعة الخضراء الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة في المركبات العضوية.

β — الظاهرة البيولوجية : التركيب الضوئي (التمثيل اليخضوري).

2 — تحليل منحنى الوثيقة (2).

من (ز1 ـ ز2) كمية CO_2 المثبتة عالية وثابتة.

عند نقل الأشنة إلى وسط مظلم لا يتوقف تثبيت CO_2 مباشرة بل يستمر ولكن بسرعة متناقصة خلال الـ 20 ثانية التي تلي لحظة نقل الأشنة إلى الظلام، لأن الأشنة قد تعرضت إلى إضاءة لمدة كافية.

التفسير: تؤكد التجربة ان الطاقة الضوئية غير ضرورية مباشرة في تركيب المواد العضوية، لكنها ضرورية لتركيب كل من ATP و $NADPH_2$ اللذان يختفيان بسرعة عند نقل الأشنة إلى الظلام لأنها تستخدم ولا تجدد.

الإستنتاج: نواتج المرحلة الكيموضوئية ($ATP + NADPH_2$) ضرورية لحدوث تفاعلات المرحلة الكيموحيوية.

3 — تفسير النتائج :

أ — هناك توافق في تركيب كل من APG وRuDiP في وجود الضوء أي الكميات المتحولة من أحدهما إلى الأخرى ثابتة، اما في الظلام فنلاحظ تناقص RuDiP وتراكم APG لفترة.

ب — الإستنتاج: الـ APG يتشكل من تفكك مركب سداسي غير ثابت ناتج عن تثبيت غاز CO_2 على RuDiP الذي يتحول بدوره إلى APG (CO_2 ضروري لتحول RuDiP إلى الـ APG).

جـ — إتفاق النتائج مع دورة(حلقة) كالفن: نعم.

التعليل: تتوافق النتائج مع التفاعلات الموضحة في دورة كالفن حيث أن كمية الـ RuDiP تتناقص مما يدل على أنه تحول إلى APG. والـ APG يتراكم ولا يستعمل لغياب نواتج المرحلة الكيموضوئية ($NADPH_2$ و ATP).

رسم حلقة كالفن (راجع إجابة التمرين 23 أو 16).

إجابة التمرين 23

أ — 1 — تحديد نوع التفاعلات التي حدثت :

— في (2) و(5) . . . . فسفرة.

— في (3): . . . . أكسدة وإرجاع.

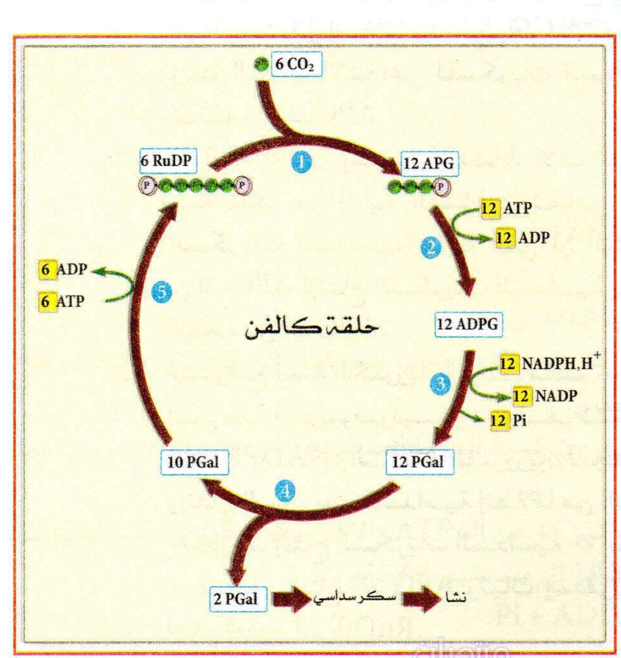
2 — اعادة رسم الحلقة : الرسم المجاور

3 — تحديد عدد جزيئات ATP الضرورية لتركيب سكر سداسي وتجديد 6 جزيئات RuDiP هي:

12 + 6 = 18 جزيئة ATP.

ب — 1 — التعرف على البيانات:

1 ـ ضوء ، 2 ـ غشاء التيلاكويد ، 3 ـ نظام ضوئي 4 ـ H_2O ، 5 ـ تيلاكويد ، 6 ـ O_2 ، 7 ـ الحشوة 8 ـ ADP ، 9 ـ Pi ، 10 ـ ATP ، 11 ـ $NADP^+$ 12 ـ $NADPH.H^+$ ، 13 ـ CO_2 ، 14 ـ سكر ، 15 ـ المرحلة الكيموضوئية ، 16 ـ المرحلة الكيموحيوية ، 17 ـ العلاقة بين المرحلتين (ك . ض / ك . ح). 18 ـ حلقة كالفن.



2 – نعم: يتم ذلك لأن دور الضوء هو حدوث المرحلة الكيموضوئية وإنتاج ATP و$NADPH.H^+$ لذا فتوفيرهما في الظلام يؤدي إلى تثبيت CO_2 دون الحاجة إلى إضاءة.

3 – نعم: لأن غياب CO_2 ← غياب APG ← عدم تجديد $NADP^+$ ، ADP و Pi الضرورية لإستمرار المرحلة الكيموضوئية المؤدية إلى إنطلاق O_2، لذا فغياب CO_2 يؤثر بطريقة رجعية على إنطلاق غاز O_2.

– التعليل: في هذه التجربة إنطلاق O_2 لفترة قصيرة فقط في غياب CO_2 يرجع ذلك إلى توفر كمية من $NADP^+$، ADP وPi إستعملت في المرحلة الكيموضوئية ولكنها لم تتجدد بسبب عدم حدوث المرحلة الكيموحيوية لغياب CO_2. لاحظ مخطط العلاقة الموجودة في الصفحة 248.

إجابة التمرين 24

1 – التعرف على البيانات: 1 ـ المادة الأساسية (ستروما)، 2 ـ غلاف، 3 ـ تيلاكويد حشوي، 4 ـ حبيبة (تيلاكويد) 5 ـ صانعة نشوية.

العنوان : ما فوق بنية الصانعة الخضراء.

2 – أ – التفاعلات هي:

$$H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضـوء}} 2H^+ + 2e^- + \frac{1}{2} O_2$$

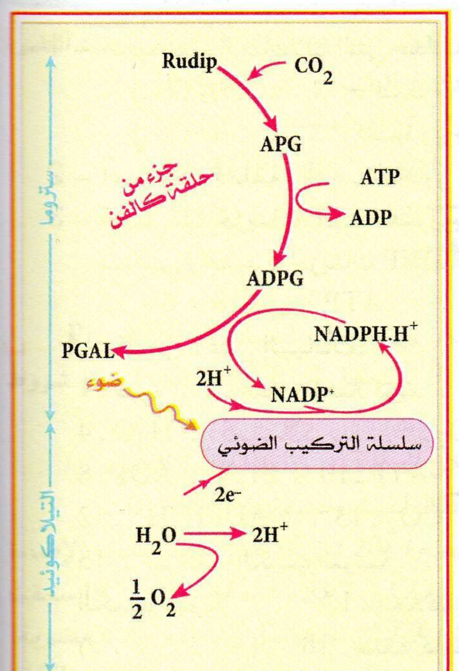
$$NADP^+ + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow NADPH.H^+$$

$$ADP + Pi + E \xrightarrow{\text{ATP سنتاز}} ATP + H_2O$$

ب – α – إن توقف إنطلاق الـ O_2 ← توقف التحلل الضوئي للماء لعدم تجديد الـ $NADP^+$ الذي يستقبل الإلكترونات والبروتونات الناتجة من هذا التحلل لأنه:

غياب CO_2 ← غياب APG ← غياب الـ ADPG ← عدم أكسدة الـ $NADPH.H^+$ (كلها في حالة إرجاع) ← غياب من يستقبل الإلكترونات والبروتونات في المرحلة الكيموضوئية ← غياب تحلل الماء ← غياب إنطلاق الـ O_2.

β – إن وجود CO_2 ← تشكل الـ APG ثم الـ ADPG ← أكسدة النواقل وتجديدها ← إستئناف التحلل الضوئي للماء ← إنطلاق الـ O_2.



جـ – α – قبل الزمن 7 د : إن إرتفاع كمية الإشعاع في الـ APG دلالة على انه تشكل إنطلاقا من دمج CO_2 المشع مع الـ RuDiP. وزيادة النشاط الإشعاعي للسكريات السداسية دلالة على تشكله من الـ APG.

بين 7 – 30 د: إستقرار النشاط الإشعاعي للـ APG في قيمة ثابتة مع إزدياد النشاط الإشعاعي في الهكسوزات (السكريات السداسية) دلالة على أن الكميات المتحولة من الـ APG لإنتاج السكريات السداسية يساوي الكميات المنتجة من الـ APG.

β – عند وضع أشنة الكلوريلا في وسط مظلم ← توقف تفاعلات المرحلة الكيموضوئية ← توقف تشكل كل من الـ $NADPH.H^+$ والـ ATP الضروريين لتجديد الـ RuDiP وإنتاج السكريات السداسية إنطلاقا من الـ APG لذا:

– تتوقف إنتاج السكريات السداسية ← إستقرار كميتها.

– تتوقف إنتاج الـ APG وثبات(إستقرار) كميته نظرا لعدم تجديد الـ RuDiP.

إجابة التمرين 25

1 — أ – كتلة المادة الجافة المنتجة في الوسط "1" جد مرتفعة بالنسبة لكتلة المادة الجافة في الوسط "2".
ب – هناك علاقة بين تركيز CO_2 الهواء وكتلة المادة الجافة والعلاقة طردية.

2 — أ – بوجود الضوء تكون كمية CO_2 المثبتة كبيرة وثابتة.
بوجود الظلام (غياب الضوء) تنخفض بسرعة إلى أن تتوقف في الثانية 20 تقريبا.
ب – هي تفاعلات المرحلة الكيموحيوية.

$$RuDiP + CO_2 \longrightarrow 2APG$$
$$APG + ATP \longrightarrow ADPG + ADP$$
$$ADPG + NADPH.H^+ \longrightarrow PGAl + NADP^+$$
$$2PGAL \xrightarrow{\text{تكثيف}} F.6.P + H_2O$$
$$5PGAL + 3\,ATP \longrightarrow 3\,RuDiP + 3\,ADP$$

جـ – الشروط هي: وجود الـ ATP و$NADPH.H^+$ (نواتج المرحلة الكيموضوئية).

3 — عندما تكون نسبة CO_2 في الهواء = 1 % يكون تركيز كل من APG وRuDiP ثابتا لأن الكميات المتحولة من كل واحد منهما = الكميات المتشكلة إلا أنه تركيز الـ APG أكبر من تركيز RuDiP.
– عندما تكون نسبة CO_2 في الهواء = 0,003 % يلاحظ نقص في كمية (تركيز) الـ APG بينما نلاحظ تراكم في كميات الـ RuDiP أي يتحول كل الـ APG إلى RuDiP ولا يتحول الـ RuDiP إلى الـ APG لغياب CO_2 تقريبا.

4 — أ – إرتفاع نسبة الإشعاع في الـ APG ويصبح أعظميا في الثانية 7 ثم تبدأ بالإنخفاض في حين يبدأ الإشعاع يظهر في السكروز إبتداء من الثانية 7 وتزداد تدريجيا إلى أن تصل إلى أعلى قيمة له في الثانية 35 تقريبا.
ب – الإستنتاج: إن الـ APG يتدخل في تركيب السكروز.

5 — إذا علمنا بأن:

$$6CO_2 + 6H_2O \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$
$$RuDiP + CO_2 \longrightarrow 2APG$$

إذا تتطلب تشكل جزيئة غلوكوز: 12 جزيئة APG و6RuDiP و $6CO_2$.

إجابة التمرين 26

أ – 1 – شروط طرح الـ O_2: الضوء ومستقبل الإلكترونات (كاشف هيل Fe^{+3} في التجربة).
2 – $$2H_2O + 4\,Fe^{+3} \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} 4H^+ + 4\,Fe^{+2} + O_2$$
3 – المستقبل النهائي الطبيعي هو الـ $NADP^+$

$$2NADP^+ + 2H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} 2NADPH.H^+ + O_2$$

4 – α – في الظلام: إن إستهلاك الـ O_2 هو نتيجة ظاهرة التنفس.
في الضوء: هناك إستهلاك للـ O_2 رغم وجود الضوء وذلك لغياب مستقبل الإلكترونات (كاشف هيل Fe^{+3}) ← عدم طرح الـ O_2 وإستهلاكه في التنفس.
β – تمثل قيم الـ O_2 المسجلة خلال المرحلة B بالفرق بين كمية الـ O_2 المطروحة من التحلل الضوئي للماء وكمية الـ O_2 المستهلكة في التنفس.

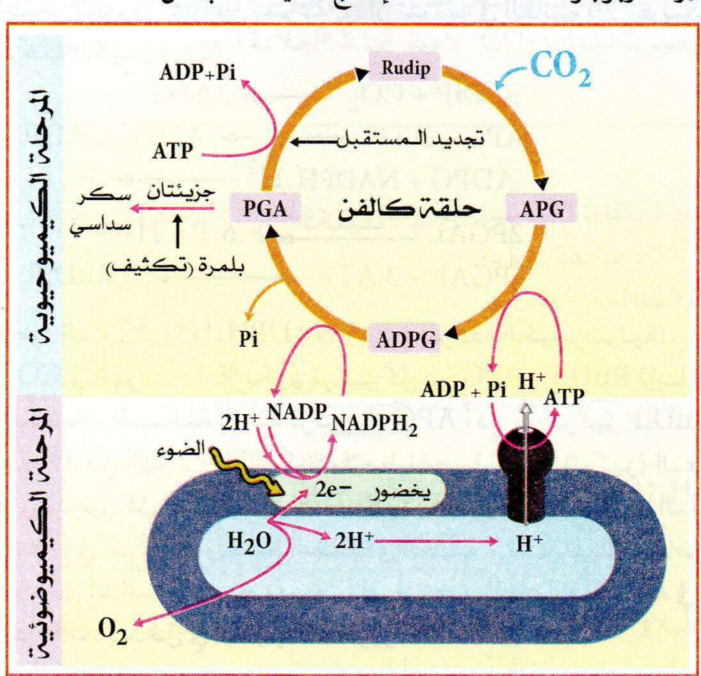
ب – 1 – نلاحظ أن هناك تتطابق في المنحنيين أي أن نسبة تركيز كل من الـ ATP والأكسجين تتطور بكيفية متوازية.
2 – شروط طرح الـ O_2 وإنتاج الـ ATP : – الضوء إظافة إلى مستقبل الإلكترونات.
– وجود الـ ADP + Pi.



معادلة تشكل الـ ATP هي: $ATP + H_2O \xrightarrow{\text{ATP سنتاز}}$ طاقة + ADP + Pi

3 – إرتفاع نسبة الـ O_2 المطروح ← تفكيك عدد كبير من جزيئات الماء نتيجة تنبيه عدد كبير من جزيئات اليخضور بالفوتونات الضوئية ← تحرير عدد أكبر من البروتونات الإلكترونات ← إنتقال عدد أكبر من الإلكترونات عبر سلسلة التركيب الضوئي ← إنتاج كمية أكبر من الطاقة ← إنتقال عدد أكبر من البروتونات من الستروما إلى داخل التيلاكويد ← خروج كميات أكبر من البروتونات عبر الكريات الذنبة حسب تدرج التركيز إلى الستروما وبوجود Pi + ADP ← إنتاج كميات أكبر من الـ ATP.

جـ – 1 –



2 – المرحلتان متكاملتان لأن كل مرحلة من المرحلتين تعتمد على نواتج المرحلة الاخرى.

إجابة التمرين 27

1 – أ – التحليل: من 0 – ز1: إنطلاق O_2 و عدم تشكل الجزيئات العضوية بوجود الضوء و غياب CO_2.

من ز1 – ز2: توقف إنطلاق الـ O_2 بغياب CO_2 رغم وجود الضوء.

في ز2: عند حقن CO_2 بوجود الضوء نلاحظ إنطلاق الـ O_2 أولا ثم تشكل الجزيئات العضوية بدأ من ز3.

التفسير: في غياب CO_2 لا تتم تفاعلات المرحلة الكيموحيوية فلا تستعمل نواتج المرحلة الكيموضوئية المتمثلة بالـ ATP و NADPH2 لذا لا تجدد كل من الـ NADP وADP وPi مما يؤدي إلى توقف التحلل الضوئي للماء فلا ينطلق الـ O_2.

عند إضافة CO_2 للوسط تنطلق تفاعلات المرحلة الكيموحيوية فتتأكسد النواقل المرجعة وتستخدم الـ ATP فتصنع (تجدد) الـ NADP وADP وPi فيحدث التحلل الضوئي للماء فينطلق الـ O_2.

ب – لأن التحلل الضوئي للماء فإنطلاق الـ O_2 (تشكل النواقل المرجعة $NADPH_2$ والـ ATP) يسبق تشكل المركبات العضوية لأن نواتج المرحلة الكيموضوئية ضرورية لتثبيت CO_2 في المرحلة الكيموحيوية أي صنع المركبات العضوية لاحظ المخطط المجاور:

إذا لابد أن تتحقق المرحلة الكيموضوئية ← إنطلاق O_2 حتى تتحقق المرحلة الكيموحيوية

المرحلة الكيموضوئية | المرحلة الكيموحيوية

$2H_2O + 2NADP + ADP + Pi$ ↓ (ضوء، يخضور) $NADPH_2$ + ATP + O_2

CO_2 → المركب العضوي

بعد ذلك ← صنع المركب العضوي.

2 — أ – يفسر تأخر تركيب الـ ATP عن إنطلاق الـ O_2 لأن تركيب الـ ATP يتطلب شرطا وهو تدرج في تركيز البروتونات بين تجويف الكييس والحشوة الذي ينشأ من اكسدة الماء وضخ البروتونات من الحشوة إلى داخل الكييسات الذي يسبق تركيب الـ ATP.

ب – تكملة الجدول:

الزمن	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
C6 – P	0	0	0	0	0	20	130	160	210	920
ATP	0	0	0	0	144	240	1560	1920	2520	11040
O_2	0	0	0	48	72	120	780	960	1260	5520

التعليل : عدد جزيئات الـ ATP = عدد جزيئات 12 x C6 – P

عدد جزيئات الـ O_2 = عدد جزيئات 6 x C6 – P

لأنه في كل دورة من ظاهرة التركيب الضوئي تركب جزيئة C_6 – P وينطلق $6O_2$ و تستعمل 12 ATP.

جـ – في كل دورة تثبيت $6CO_2$ لذا فإن عدد جزيئات CO_2 المثبتة عند الزمن 10 = 920 x 6 = 5520 جزيئة.

إجابة التمرين 28

1 — العضية هي الصانعة الخضراء.

البيانات: 1 ـ غشاء خارجي. 2 ـ غشاء داخلي. 3 ـ صفيحة. 4 ـ حشوة (ستروما).

5 ـ حبيبة (بذيرة)، جرانا. 6 ـ كييسات. 7 ـ ADN.

2 — التحليل:

المرحلة الأولى : لا يتشكل الـ ATP بغياب كل من الضوء وعدم وجود فرق في تدرج تركيز البروتونات.

المرحلة الثانية : يتشكل الـ ATP رغم غياب الضوء.

المرحلة الثالثة : لا يتشكل الـ ATP بغياب كل من الكريات المذنبة والضوء.

المرحلة الرابعة : يتشكل الـ ATP بوجود الضوء.

المرحلة الخامسة : لا يتشكل الـ ATP بتشكل ثقوب في الغشاء.

من مقارنة المرحلة الأولى بالمرحلة الرابعة : إن وجود فرق في تدرج تركيز البروتونات شرط ضروري لتشكل الـ ATP (فسفرة الـ ADP).

من مقارنة المرحلة الثانية بالمرحلة الرابعة : نستنتج أن تشكل الـ ATP يحدث في الضوء والظلام.

من مقارنة المرحلة الثالثة بالمرحلة الرابعة : نستنتج ان تشكل الـ ATP يتطلب وجود الكريات المذنبة.

من مقارنة المرحلة الخامسة بالمرحلة الرابعة : نستنتج أن تشكل الـ ATP يتطلب سلامة غشاء الكييسات (توليد فرق في تدرج تركيز البروتونات).

الإستنتاج: نستنتج ان تشكل الـ ATP يتطلب :

– وجود فرق في تدرج تركيز البروتونات (فرق في قيمة الـ PH).

– وجود و سلامة الكريات المذنبة.

– سلامة غشاء الكييسات.

3 — أ – إن مادة الـ DCMU يمنع إنتقال الإلكترونات من PSII إلى PSI كمايلي:

H_2O ⟶ PSII (ضوء) ⟶ T ⟶ PSI (ضوء) ⟶ NADP ⟶ CO_2

↑ DCMU

DCMU ربما يخرب النواقل T الموجودة بين PSII وPSI في غشاء الكييس

فلا يوجد من يوصل الإلكترونات من PSII إلى PSI



المرحلة الأولى: بوجود الـ DCMU لا يتأكسد PSII لعدم وجود من يستقبل إلكترونه إذن لا يتحلل الماء فلا ينطلق الـ O_2. كما ان PSI عند اكسدته لا يستطيع إسترجاع إلكترونه لذا فلا تتشكل النواقل المرجعة فلا يثبت CO_2.

$H_2O \rightarrow PSII$ (ضوء) $\dashv$ DCMU $\vdash \rightarrow PSI$ (ضوء) $\rightarrow NADP^+ \rightarrow CO_2$; $H_2O \rightarrow O_2$

المرحلة الثانية: بوجود مستقبل الإلكترونات والـ DCMU فإن PSII يتأكسد لوجود مستقبل الإلكترونات الذي يستقبل إلكتروناته فيتحلل الماء فينطلق الاكسجين ولكن بعيدا عن PSI الذي لا يستطيع إسترجاع إلكترونه عند أكسدته إذن لا تتشكل النواقل المرجعة فلا يثبت CO_2.

$\frac{1}{2}O_2$ ، $2H^+$ ← $H_2O \xrightarrow{2e^-} PSII$ (ضوء) $\dashv$ DCMU $\vdash \rightarrow PSI$ (ضوء) $\rightarrow NADP^+ \rightarrow CO_2$

PSII $\xrightarrow{2e^-}$ مستقبل الإلكترونات

المرحلة الثالثة: بوجود الـDCMU ومعطى الالكترونات فإن PSII لا يتاكسد لعدم وجود من يستقبل إلكتروناته لذا لا يتحلل الماء فلا ينطلق الأكسجين في حين فإن PSI يتاكسد لأنه سيسترجع إلكتروناته من معطى الإلكترنات فتتشكل النواقل المرجعة فيثبت CO_2.

$H_2O \rightarrow PSII$ (ضوء) $\dashv$ DCMU $\vdash \rightarrow PSI$ (ضوء) $\xrightarrow{2e^-} NADPH.H^+ \rightarrow CO_2$; $2H^+ \rightarrow NADPH.H^+$

معطي الإلكترونات $\xrightarrow{2e^-}$ PSI

ب – المرحلتان الثانية والثالثة لا تعطيان نفس النتائج بغياب الضوء، لأن الانظمة الضوئية PSII وPSI لا تتنبه.

4 – لا يتشكل الـ ATP لانه لا يتشكل فرق في تدرج تركيز البروتونات لغياب حركة الإلكترونات لعدم تحلل الماء وعدم ضخ البروتونات.

إجابة التمرين 29

I – 1 – إستنتج ام مصدر الأكسجين المنطلق في عملية التركيب الضوئي هو الماء فقط وليس غاز الفحم.

2 – حسب المعادلة (أ) فإن (6) جزيئات من الماء غير كافية لإعطاء (12) ذرة أوكسجين بل نصف هذه الكمية ($3O_2$) وهذا ما يجبرنا بان نقول ان النصف الآخر ($3O_2$ الباقية) مصدره غاز الفحم وهذا يتناقض مع ما توصلنا إليه في السؤال 1.

– في حين ان (12) جزيئة ماء كافية لاعطاء (12) ذرة أوكسجين علما ان الماء الناتج من التفاعلات ليس هو الماء الداخل في التفاعلات.

إذا المعادلة (ب) تعبر عن حقيقة ما يحدث أي تترجم الظواهر الفيزيولوجية.

II – 1 – التحليل:

الذرة: من 0 – 300 CO_2 PPm في الوسط: العلاقة بين تركيز CO_2 في الوسط وشدة التركيب الضوئي طردية وسريعة ثم بعد 300 تصبح شدة التركيب الضوئي ثابتة مهما زاد تركيز CO_2 في الوسط.

الشمندر: العلاقة بين شدة التركيب الضوئي وتركيز CO_2 في الوسط طردية وضعيفة (ترتفع ببطء).

2 – إن نبات الذرة تثبت كميات مرتفعة من CO_2 مما يؤدي إلى زيادة في شدة التركيب الضوئي فإرتفاع في كمية المادة العضوية المصنعة فإرتفاع الإنتاجية.



– ان نبات الشمندر تثبت كميات قليلة من CO_2 مما يؤدي إلى نقص في شدة التركيب الضوئي فإنخفاض في كمية المادة العضوية المنتجة فإنخفاض الإنتاجية.

3 – بالنسبة للذرة: لا تؤثر هذه النسبة على الإنتاجية حيث تصل إلى أقصاها.

– بالنسبة للشمندر: تمثل هذه النسبة عاملا محددا للإنتاجية حيث أن رفع نسبة CO_2 الوسط يؤدي إلى رفع الإنتاجية.

4 – يمكن تحسين مردودية الشمندر بزيادة نسبة CO_2 في هواء الوسط وذلك بإستخدام البيوت البلاستيكية.

إجابة التمرين 30

1 — كلما نفذ الضوء في عمق الماء إلا وإختفت بعض إشعاعاته، حيث نلاحظ من الوثيقة (1) أنه لا تصل إلى عمق 25 م إلا الإشعاعات ذات أطول أمواج محصورة بين 550 و 575 نانو متر (nm).

2 — تمتص الطحالب الخضراء أساسا الإشعاعات الزرقاء والحمراء إضافة إلى ذلك أن الطحالب الحمراء تمتص جزءا من مجال اللون الاخضر في حين الطحالب السمراء تمتص تقريبا جميع إشعاعات الطيف بنسبة معتبرة.

3 — من خلال الوثيقة (1) نلاحظ: الاشعاعات الخضراء وحدها تصل أعماق 25 م وهي لا تمتص قبل الطحالب الخضراء وبالتالي لا يمكن للطحالب الخضراء العيش في هذا العمق (لاحظ الوثيقة 2).

– إن الطحالب السمراء والحمراء تمتص الإشعاعات الخضراء لذا تستطيع العيش في أعماق معتبرة.

إجابة التمرين 31

1 —

الخواص / الكائن الحي	عدد PS	عدد نواقل الإلكترونات T	مصدر الإلكترونات	مصير الإلكترونات	طريق تعويض الإلكترونات المفقودة	تحلل الماء
النباتات الخضراء	2 (I و II)	3T 2T′	PSI	أكسدة T ثم العودة إلى PSI	من T3	–
البكتريا الزرقاء	واحد فقط	3T	PS	أكسدة T ثم العودة إلى PS	من T3	–

2 —

آلية الإنتقال الحلقي للإلكترونات في النباتات الخضراء، حيث يتم تركيب ATP دون إنتاج $NADPH.H^+$



إجابة التمرين 32

I — التجربة 1 : 1 – تحليل النتائج :

– المرحلة الأولى: عدم تشكل الـ ATP عند تساوي الـ PH الداخلي والخارجي للتيلاكويد.

– المرحلة الثانية: تشكل الـ ATP عندما يكون الـ PH الداخلي حامضيا والخارجي قاعديا.

– المرحلة الثالثة: عدم تشكل الـ ATP رغم إختلاف الـ PH الداخلي والخارجي في غياب الجزء الإنزيمي من الكريات المذنبة.

- شروط تركيب الـ ATP: – إختلاف في PH الوسطين (الوسط الداخلي حامضي و الوسط الخارجي قاعدي).
  – سلامة الكريات المذنبة.

2 – الغرض من إجراء التجربة في الظلام: لمنع تأثير الضوء المسؤول طبيعيا على اكسدة الماء لإنتاج البروتونات التي تعمل على تكوين فرق في التركيز، وإثبات أن تركيب الـ ATP من الـ ADP وPi مرتبط بفرق تركيز H^+ على جانبي غشاء الكييس.

II — التجربة 2 : 1 – تحليل المنحنى:

– القطعة (أب): في بداية التجربة و في الظلام تركيز البروتونات في الوسط الخارجي ثابت.

– القطعة (ب ج): في الإضاءة يلاحظ تناقص في تركيز البروتونات في الوسط الخارجي.

– القطعة (ج د): ثبات تركيز البروتونات في الوسط الخارجي.

– القطعة (دهـ): في الظلام: يتزايد تركيز البروتونات في الوسط الخارجي مع الزمن.

2 – الإستخلاص: سلوك الغشاء تجاه البروتونات: يعتبر غشاء التيلاكوئيد مقرا لنقل البروتونات: عند تعرض التيلاكوئيد للضوء تحدث حركة للإلكترونات عبر السلسلة التركيبية الضوئية فيقوم الغشاء بإدخال البروتونونات عكس تدرج التركيز من الستروما إلى التجويف إثر هذا الدخول يحدث تراكم للبروتونات في التجويف يتسبب في إحداث تدرج كهروكيميائي ينشئ كمونا غشائيا محركا يسمح للغشاء بإخراج البروتونات نحو الستروما عبر الكريات المذنبة من الوسط الأعلى تركيز إلى الوسط الأقل تركيز.

3 – التفسير: بوجود المادة المؤثرة لا يتشكل الـ ATP لغياب فرق تدرج التركيز على جانبي الغشاء، ويعود ذلك إلى نفوذ البروتونات عبر الغشاء، وهذا ما يدعم دور الكرات المذنبة في حركة البروتونات لتشكيل الـ ATP.

4 – التحليل:

في الفترة 0 – 20 د: دخول البروتونات إلى تجويف التيلاكويد بالإنتقال الموضعي نتيجة الطاقة المحررة من حركة الإلكترونات مولدة فرق في تركيز البروتونات حيث يصبح تركيز البروتونات داخل الكييس أكبر من الوسط الخارجي فينشأ تدرج كهروكيميائي يتسبب في توليد كمون غشائي محرك يخرج البروتونات عبر الكريات المذنية فينشط أنزيم الـ ATP سنتيتاز فيعمل على تركيب الـ ATP.

في الفترة 20 – 40 د: إستمرار تواجد التدرج الكهروكيميائي والكمون الغشائي المحرك للبروتونات يسمح بإستمرار تدفق البروتونات إلى الحشوة (الستروما) مما يسمح بإستمرار تركيب الـ ATP.

III — رسم الفسفرة الضوئية أو المرحلة الكيميوضوئية من التركيب الضوئي (راجع إجابة التمرين 15).

إجابة التمرين 33

1 — ترتفع شدة التركيب الضوئي للطماطم بإزدياد قيمة شدة الإضاءة، والإضاءة الضعيفة تكون غير ملائمة.

– أما بالنسبة للسرخس فإن شدة التركيب الضوئي تبلغ أقصاه في إضاءة ضعيفة حوالي 15 % من ضوء الشمس.

– النقطتان (أ ، ب) تمثلان التعويض أو التكافؤ وهي عندما تتساوى كمية الـ O_2 المستهلكة مع كمية الـ O_2 المطروحة (نقطة تعويض الـ O_2 المستهلكة بالـ O_2 المنطلقة).



– كما نلاحظ أن نقطة التعويض في نبات الطماطم أكبر من نقطة التعويض في السرخس .

2 – نستنتج أن الطماطم من النباتات الشمسية لكونه يتأثر بالشدة الضوئية المرتفعة خاصة (المنحنى 1) في حين السرخس نبات ظلي لكونه يتأثر بالإضاءة الضعيفة الشدة (المنحنى 2).

3 – في نبات السرخس الشدة الضوئية التي يصل فيها شدة التركيب الضوئي شدته القصوى هي حوالي 25 %.
في نبات الطماطم الشدة الضوئية التي يصل فيها شدة التركيب الضوئي شدته القصوى حوالي 70 %.

4 – إن الجزء الموجود تحت مستوى الصفر، عندما تكون شدة الإضاءة جد ضعيفة وفي الليل فإن النبات يستهلك الـ O_2 أكثر مما ينتجه مما يعطي قيم إنطلاق الـ O_2 سالبة.

إجابة التمرين 34

1 – أ – العناصر المرقمة: (1) شبكية هيولية محببة. (2) مادة أساسية (ستروما). (3) كييسات.
(4) غشاء خارجي. (5) صانعة خضراء. (6) ميتوكوندري.

– نوع الخلية: خلية نباتية يخضورية لوجود الصانعة الخضراء.

ب – الطبيعة الكيميائية للعنصر (س) سكر معقد (نشاء).

2 – أ – المعلومات المستخلصة من نتائج الجدول: – يدخل الـ O_2 والكاربون الخاص بـ CO_2 في بناء الجزيئات العضوية.
– لا يدخل الـ O_2 الخاص بالماء في بناء الجزيئات العضوية .
– يطرح الـ O_2 أثناء الظاهرة وأصله من الماء.

$$H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} 2H^+ + 2e^- + \frac{1}{2}\ O_2$$

ب – المعادلة الكيميائية للظاهرة المعنية :

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} C_6H_{12}O6 + 6H_2O + 6O_2$$

3 – أ – يفسر هذا الإنخفاض في تركيز الـ H^+ بدخوله إلى داخل الكييسات في المرحلة الكيموضوئية من عملية التركيب الضوئي.

ب – يمثل السطح السفلي، التوازن الحركي المستمر بين البروتونات الداخلة إلى الكييسات + البروتينات الناتجة من تفكك الماء مع البروتونات التي تخرج منها إلى الخارج خلال الكرات المذنبة وتنتج طاقة تشكل ATP.

جـ – α – يتوقف تركيب الـ ATP لعدم مرور البروتونات خلال الكرات المذنبة حيث يوجد ATPase وكما أنه لن يتكون فرق في تدرج تركيز البروتونات.
β – نعم يستمر إنطلاق الإكسجين لأن نقل الإلكترونات يمكن حدوثه.
γ – الطاقة الضوئية المقتنصة تصرف بشكل حرارة.

د – عند إطفاء الضوء يرتفع المنحنى إلى مستوى "صفر" ويتوقف إنطلاق الأكسجين و تركيب الـ ATP.

إجابة التمرين 35

I – 1 – تمثل البقع المحصل عليها في الوثيقة (1) المركبات التي تم تشكيلها أثناء حدوث عملية التركيب الضوئي والتي تم خلالها دمج CO_2 ذو الكربون المشع.

2 – تسمية المركبات المحصل عليها:

• في الزمن = 1 ثانية: بإسقاط نتائج اللوحة الاولى المحصل عليها بعد 1 ثانية مع اللوحة 3 المحصل عليها بعد 30 ثانية نجد أن المركب المتشكل هو الـ APG (حمض الفوسفوغليسيريك).

• في الزمن = 2 ثانية: بإسقاط نتائج اللوحة الثانية المحصل عليها بعد 2 ثانية مع اللوحة 3 المحصل عليها بعد 30 ثانية نجد أن المركب المتشكل هو C3P (سكر ثلاثي الكاربون مفسفر).

3 – الفرضيات المقدمة فيما يخص مصدر الـ APG:





• الفرضية الاولى: يتثبت الـ CO_2 على مركب ثنائي الكربون قد يوجد بالهيولى الخلوية ليعطي جزيئات الـ APG ثلاثية الكربون.
• الفرضية الثانية: يتثبت الـ CO_2 على مركب خماسي الكربون مشكلا مركبا سداسي الكربون الذي ينشطر ليعطي جزيئات الـ APG ثلاثية الكربون.
• الفرضية الثالثة: ثلاث جزيئات من CO_2 تشكل الـ APG.

II — 1 – أ – تفسير تساير كميتي الـ APG و الـ Rudip في الفترة قبل ز = 500 ثانية: يتم التساير بين الكميتين نتيجة تثبيت CO_2 على الـ Rudip الذي ينتج عنه الـ APG الذي يجدد بدوره الـ Rudip في وجود الضوء ($NADPH.H^+$ و ATP) أي الكميات المتحولة من أحدهما إلى الأخرى ثابتة.

ب – تحليل منحنيي الوثيقة (2) في الفترة الممتدة من ز = 500 ثانية إلى ز = 1000 ثا: – بعد 500 ثانية وفي وجود الضوء وغياب CO_2 يزداد تركيز Rudip بسرعة ويتزامن ذلك بإنخفاض تركيز الـ APG، ثم يتناقص تدريجيا تركيز الـ Rudip في الوقت الذي يتواصل فيه تناقص تركيز الـ APG، إلى أن ينعدم تركيزهما تقريبا عند 1000 ثا.

جـ – الإستنتاج فيما يخص العلاقة بين الـ APG وRudip : هي أن كلا منها ينتج من الآخر بشرط توفر الضوء وCO_2.

2 – نعم تسمح هذه النتائج بتاكيد الفرضية الثانية المقترحة في السؤال I ـ 3.

– التعليل: يتم تشكيل الـ APG بعد تثبيت جزيئة الـ Rudip لجزيئة واحدة من الـ CO_2 مشكلا مركب سداسي الكربون الذي ينشطر إلى جزيئتين من الـ APG لأنه في غياب CO_2 يحدث تناقص الـ APG.

III — مخطط بسيط يوضح العلاقة بين الـ APG والـ Rudip: راجع إجابة التمرين 19.

إجابة التمرين 36

I — أ – 1 – البيانــــات: (1) غشاء خارجي. (2) غشاء داخلي. (3) حشوة. (4) حبيبة(بذيرة).
(5) تجويف التيلاكوئيد. (6) صفيحة حشوية. (7) صانعة نشوية. (8) كييس (تيلاكوئيد).

2 – للصانعة الخضراء بنية حجيرية.

التعليل: – وجود تراكيب غشائية داخلية تشكل أكياس مسطحة (التيلاكوئيد).
– وجود تجويف داخلي محدد بغشاء داخلي (الحشوة).
– يفصل حيز بين الغشاء الداخلي والغشاء الخارجي للصانعة.

ب – 1 – تحليل الجدول: السلالة A: لا تستطيع التكاثر في وسط معدني صرف إلا بوجود الضوء.
السلالة الطافرة a: لا تستطيع التكاثر في وسط معدني سواء وجد الضوء أو لم يوجد.

2 – الاستخلاص : وجود الصانعة الخضراء في الخلية المعرضة للضوء ضروري لإنتاج الطاقة اللازمة لنشاطاتها ومنها الانقسام(التكاثر).

جـ – 1 – الهدف من التجربة هو لإظهار مصدر الـ O_2 المنطلق في عملية التركيب الضوئي هل هو الماء أو CO_2.

2 – المعلومة المستخلصة : أن مصدر الـ O_2 المنطلق في عملية التركيب الضوئي هو الماء فقط وليس CO_2.

د – 1 – المعلومات المستخلصة من تحليل المنحنى :
• في الضوء الأبيض أو الإشعاعات الحمراء يتم دمج Pi وتركيب ATP.
• في الظلام أو الإشعاعات الخضراء لا يتم دمج Pi ولا تركيب ATP.

2 – العلاقة بين الطاقة الضوئية وإدماج الفوسفور : يرجع لامتصاص اليخضور للطاقة الضوئية وتحويلها إلى طاقة على شكل ATP انطلاقا من ADP + Pi بواسطة أنزيم ATP سنتاز فهي إذن علاقة طردية.

هـ – 1 – تفسير المنحنى :
[ز0 – ز1] في الظلام وفي غياب المستقبل Fe^{+3} نلاحظ انعدام الأكسجين في الوسط لعدم حدوث تحلل ضوئي للماء.
[ز1 – ز2] في الضوء وغياب المستقبل نلاحظ انعدام الأكسجين في الوسط لعدم حدوث تحلل ضوئي للماء.



[ز2 – ز3] و[ز4 – ز5] وجود الضوء ومستقبل الإلكترونات نلاحظ انطلاق الأكسجين فتزيد كميته في الوسط، دليل على حدوث تحلل ضوئي للماء وإرجاع مستقبل الالكترونات وفق المعادلات الكيميائية التالية :

أكسدة ضوئية للماء $2H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} O_2 + 4H^+ + 4e^-$

إرجاع المستقبل $4Fe^{+++} + 4e^- \longrightarrow 4Fe^{++}$

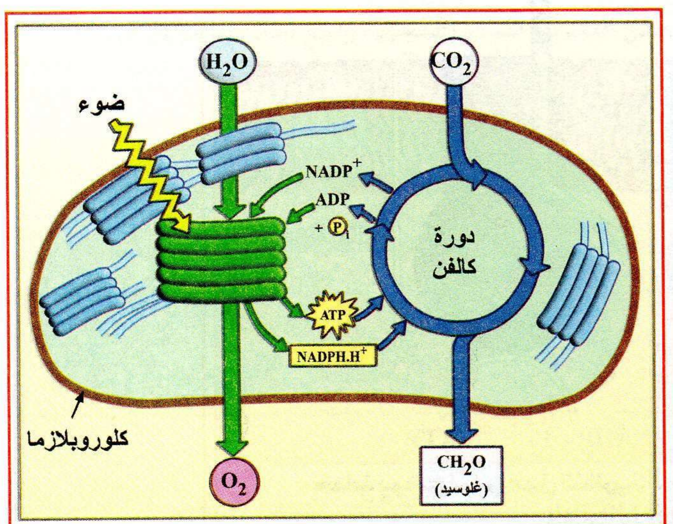
[ز3 – ز4] في الظلام رغم توفر المستقبل يتوقف انطلاق الأكسجين فتثبت كميته في الوسط لعدم أكسدة الماء.
[ز1 – ز2] تؤكد ضرورة المستقبل، [ز3 – ز4] تؤكد ضرورة الضوء، [ز0 – ز1] تؤكد ضرورة الضوء والمستقبل لحدوث تحلل ضوئي (أكسدة ضوئية) للماء.

2 – شروط تحرير الأكسجين : الضوء ومستقبل الإلكترونات.

II – أ – تحليل منحنى الوثيقة (6):

نلاحظ ظهور الإشعاع في الـ APG أولا ثم يظهرفي التريوز فوسفات (PGAL) نتيجة تحول الـ APG إلى PGAL ثم يظهر في الـ Rudip نتيجة تحول PGAL إلى Rudip. ثم نلاحظ ثبات الكميات بعدها خلال هذه الدورة بتراكم الغلوكوز.

الاستنتاج: في وجود الضوء والـ CO_2 تحدث سلسلة من التفاعلات تسمح بدمج الـ CO_2 وينتج من خلالها الغلوكوز.



ب – البيـانـات : 1 ـ Rudip ، 2 ـ الـ CO_2 ، 3 ـ APG ، 4 ـ ATP ، 5 ـ $NADPHH^+$ ، 6 ـ ADP + Pi ، 7 ـ $NADP^+$ ، 8 ـ PGAL ، 9 ـ غلوكوز ، 10 ـ حلقة كالفن.

III – العلاقة بين المرحلة الكيموضوئية (السؤال I) والمرحلة الكيموحيوية (السؤال II): هي علاقة تكامل تتمثل في : ATP / ADP + Pi والـ $NADP^+$ / $NADPHH^+$ حيث نتائج المرحلة الأولى هي شروط للمرحلة الثانية ونتائج المرحلة الثانية هي شروط المرحلة الأولى (لاحظ المخطط المجاور).

إجابة التمرين 37

I – 1 – راجع التمرين (2).
2 – راجع التمرين (2).
3 – الطبيعة الكيميائية للعنصر (ص): سكر معقد "نشا".
4 – تحديد نوع التحول الطاقوي : تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة ضمن جزيئات عضوية (جلوكوز) تتكثف (بلورة) إلى سكر معقد (نشا).

II – 1 – تحديد نشاط التيلاكوئيد الذي تبرزه التجربة :
• فسفرة ADP (تركيب ATP).
• نعم يوجد نشاط آخر للتيلاكويد، حيث انه تتم على مستوى أكسدة الماء. وانطلاق غاز O_2 مع إرجاع المستقبل الفيزيولوجي $NADP^+$ إلى $NADPH.H^+$.

2 – التعليل: • أنجزت المراحل التجريبية أساسا لمعرفة دور البروتونات المتجمعة في تجويف التيلاكوئيد.
• انجازها في الظلام لتفادي تنبيه الأنظمة الضوئية، وتفادي حركة الالكترونات حتى لا تؤثر على النتائج.



3 – تحليل النتائج التجريبية :

– المرحلة (1) تماثل PH الوسطين (داخلي/خارجي) [تماثل تركيز H^+ بين الوسطين] أدى إلى عدم فسفرة ADP رغم توفر ADP و Pi .

– المرحلة (2) تباين PH الوسطين [وجود فارق تركيزالـ H^+ بين الوسطين] أدى إلى فسفرة ADP.

– المرحلة (3) رغم وجود تباين في قيمة PH الوسطين [تباين في تركيز الـ H^+] أدى إلى عدم فسفرة ADP بسبب تخريب الكريات المذنبة.

4 – استخراج شروط الظاهرة المدروسة (تركيب الـ ATP):

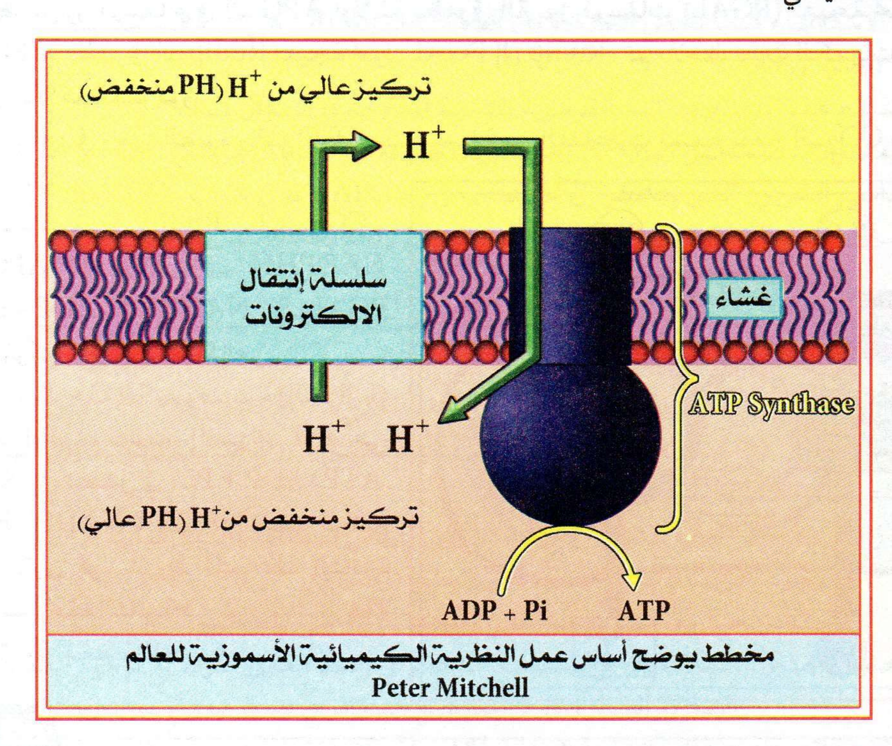
• وجود فارق في تركيز (H^+) بين الوسطين حيث التركيز الداخلي أعلى من التركيز الخارجي.

• سلامة الكريات المذنبة (إنزيم تركيب ATP).

5 – تحديد المرحلة : المرحلة الكيموضوئية.

– أهمية ذلك : لضمان إتمام المرحلة الثانية المتمثلة بالمرحلةالكيموحيوية لعملية التركيب الضوئي.

III – الرسم التخطيطي:



مخطط يوضح أساس عمل النظرية الكيميائية الأسموزية للعالم Peter Mitchell

إجابة التمرين 38

1 – أ – البيانات المرقمة: 1 ـ ماء، 2 ـ الأكسجين، 3 ـ ثاني أكسيد الكربون، 4 ـ مادة عضوية، 5 ـ فوتونات (الضوء).

• القسم A يمثل المرحلة الكيموضوئية من التركيب الضوئي.

• القسم B يمثل المرحلة الكيموحيوية من التركيب الضوئي.

ب – مكونات القسم A : يتمثل في التيلاكوئيد فهو يتكون من : غشاء وتجويف، ويتميز الغشاء بوجود أنظمة ضوئية، سلسلة من نواقل الالكترونات، كريات مذنبة.

جـ – والمواد الأولية اللازمة لتشغيل المصنع هي: الماء، CO_2 وبوجود الضوء.

2 – تفسير النتيجة: إن ما يحدث في القسم B يتطلب نواتج من القسم A وبدونها لا يتم تركيب المادة العضوية، عند وقف إمداد القسم B بالمواد الناتجة من القسم A يقطع الجسر "ب" ويتوقف تركيب المادة العضوية، إذا الجسر "ب" ينقل NADPH2 وATP اي نواتج المصنع A (نواتج المرحلة الكيميوضوئية).

3 – إن استمرار طرح الأكسجين يتطلب استمرار تحلل الماء واستمرار تحلله يتطلب وجود نواقل مؤكسدة تضمن استقبال الإلكترونات، عند تحلل الماء يتم إرجاع $NADP^+$ إلى $NADPH.H^+$ هذه الاخيرة التي تنتقل عبر الجسر



"ب" أين تتأكسد في القسم B لتعود إلى القسم A عن طريق الجسر "أ". إن قطع الجسر "أ" يوقف نشاط القسم A رغم وجود الضوء يعود الى توقف وصول النواقل المؤكسدة $NADP^+$ و ADP و Pi الضرورية لاستمرار نشاط القسم A. إذا المواد التي ينقلها الجسر "أ" هي : $NADP^+$، ADP و Pi.

4 — يجب أن يتضمن النص ما يلي: (المعادلات راجع إجابة التمرين 12)

– يتم على مستوى القسم A : • تحفيز الأنظمة الضوئية + معادلة.
• تحلل الضوء للماء + معادلة.
• إرجاع النواقل وتشكل $NADPH.H^+$ + معادلة.
• تشكل ATP.
إذا ينتج في هذا القسم $NADPH.H^+$ .ATP.

– يتم في القسم B:
• تثبيت CO_2 على الريبولوز ثنائي الفوسفات.
• تشكل مركب سداسي غير مستقر ينشطر ليعطي جزيئتين من الـ APG .
• يتم إرجاع APG إلى PGAL بواسطة نواتج المرحلة الكيموضوئية.
• كمية من الـ PGAL تساهم في بناء المواد العضوية بينما كمية أخرى تساهم في اعادة بناء (تجديد) المستقبل.

يعبر الجسران على ضرورة انتقال نواتج المرحلة الأولى لتستعمل في المرحلة الثانية وضرورة أكسدتها في المرحلة الثانية لتعود لتستخدم في المرحلة الأولى.

5 — أ – مصدر العنصر (2) الذي هو الاكسجين هو التحلل الضوئي للماء (التجربة راجع اجابة التمرين 7).
ب – المركب (1) هو الماء وهو ناتج من تفاعلات المصنع:
• مصدرهيدروجينه هو الماء الداخل في تفاعلات المصنع A.
• مصدراوكسجينه فهوغاز CO_2 الداخل في تفاعلات المصنع B.

6 — أ – المعادلات الاجمالية (راجع اجابة التمرين 84).
ب – لان كمية الماء الداخل في تفاعلات المصنع A ضعف كمية الماء الناتج من تفاعلات المصنع B.
جـ – لصنع جزيئتين من الغلوكوز (العنصر 4) يتطلب 12 x 2 جزيئة ماء (العنصر 1) في المصنع A وتتشكل 12 جزيئة ماء (العنصر 1) في المصنع B.

إجابة التمرين 39

أ – 1 – تفسير النتائج المحصل عليها في المرحلة 1 بوجود الضوء: إذا عرض المحضر للضوء الأبيض نلاحظ انطلاق $^{18}O_2$ مشع، إنتاج جزيئات R مرجعة (RH_2) وتشكل ATP دلالة على حدوث تفاعلات المرحلة الكيموضوئية حيث:

• انطلاق $^{18}O_2$ مشع: تتأكسد جزيئة اليخضور لمركز التفاعل للنظام الضوئي الثاني تحت تأثير الفوتونات المقتنصة متخلية عن إلكترون، تسترجع جزيئة اليخضور المؤكسدة ضوئيا شكلها المرجع، وبالتالي قابلية التنبيه انطلاقا من الالكترونات الناتجة عن أكسدة الماء. وفق التفاعل التالي في وجود الضوء واليخضور.

$$2H_2O \longrightarrow O_2 + 4H^+ + 4e^-$$

• إنتاج جزيئات R مرجعة (RH_2): تنتقل الالكترونات الناتجة عن مركز التفاعل في سلسلة من النواقل متزايدة كمون الأكسدة والإرجاع. إن المستقبل الأخير للالكترونات الناتجة عبارة عن ناقل للبروتونات والالكترونات R الذي يرجع إلى (RH_2).

$$R + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow RH_2$$

• تشكل ATP: يصاحب نقل الالكترونات على طول سلسلة الأكسدة الارجاعية، تراكم البروتونات الناتجة عن أكسدة الماء وتلك المنقولة من الحشوة باتجاه تجويف التيلاكوئيد (ضخ البروتونات). إن تدرج تركيز البروتونات المتولد بين تجويف التيلاكوئيد وحشوة الصانعة الخضراء، ينتشر على شكل سيل من البروتونات الخارجة عبر الكريات المذنبة (ATPase سينتاز) تسمح الطاقة المحررة من سيل البروتونات الخارجة بفسفرة الـ ADP إلى



ATP في وجود الفوسفات اللاعضوي (Pi): إنها الفسفرة الضوئية.

2 – تعليل تناقص انطلاق الأكسجين في المرحلة ب : إذا عرض المحضر للضوء الأبيض لكن الوسط يكون فقيرا من حيث جزيئات R، نلاحظ تناقصا سريعا في انطلاق الأكسجين لعدم استمرار تحفز الأنظمة الضوئية رغم وجود الضوء لأنها لا تجد مستقبلا لالكتروناتها فتتناقص أكسدة الماء فيتناقص انطلاق الأكسجين نتيجة عدم تحلل الماء.

ب – 1 – تحليل الشكلين:

الشكل أ:

- عند تعريض الصانعات الخضراء للضوء الأبيض تزداد كمية P^{32} الممتص.
- عند وضع الصانعات الخضراء في الظلام تتناقص كمية P^{32} الممتص.
- عند تعريض الصانعات الخضراء للطيف 700 nm تتزايد كمية P^{32} الممتص من جديد.
- عند تعريض الصانعات الخضراء للطيف 560 nm تتناقص كمية P^{32} الممتص بشكل هام من جديد.

الشكل ب:

- عندما يتراوح طول موجة الضوء ما بين 400 – 480 nm تكون % لامتصاص اليخضور للضوء عالية وفي أقصى قيمة لها حوالي 78 %.
- عندما يتراوح طول موجة الضوء ما بين 480 – 560 nm تتناقص % لامتصاص اليخضور للضوء لتصل إلى قيمة دنيا 30 %.
- عندما يتراوح طول موجة الضوء ما بين 560 – 640 nm تكون % لامتصاص اليخضور للضوء ثابتة وفي أدنى قيمة لها.
- عندما يتراوح طول موجة الضوء ما بين 640 – 700 nm ترتفع % لامتصاص اليخضور للضوء لتبلغ قيمة قصوى حوالي 78 %.
- عندما يتراوح طول موجة الضوء ما بين 700 – 720 nm تتناقص % لامتصاص اليخضور للضوء حتى تنعدم.

إذن : تتناسب نسبة P^{32} الممتصة طردا مع نسبة امتصاص اليخضور للأشعة.

2 – تفسير المنحنى (أ) مبرزا آلية إنتاج الـ ATP في الصانعات الخضراء:

- في الضوء الأبيض والطيف 700 nm تتزايد كمية P^{32} الممتص لاستعماله في الفسفرة الضوئية للـ ADP إلى ATP بواسطة الكريات المذنبة (الإنزيم ATPsynthase) التي تنشطت نتيجة تدفق البروتونات عبرها من تجويف الكييس نحو الحشوة في اتجاه تدرج التركيز نتيجة تكديس البروتونات في تجويف الكييس بفعل أكسدة الماء في تجويف الكييس وضخ البروتونات من الحشوة نحو التجويف مستهلكة الطاقة المتحررة عن انتقال الالكترونات في السلسلة التركيبية الضوئية الأولى والمفقودة من قبل النظام الضوئي الثاني PSII إثر تأكسده بالضوء الممتص (الضوء الأبيض: أو الطيف 700 nm الذي يمتصه اليخضور بشدة أكبر) ويعوض PSII الالكترونات المفقودة بتنشيط أكسدة الماء بواسطة الإنزيم المرتبط به حسب التفاعل:

$$H_2O \longrightarrow 1/2\ O_2 + 2H^+ + 2e^-$$

- ولا تحدث هذه التفاعلات في الظلام ولا في الطيف 560 nm الذي يمتصه اليخضور فلا تتأكسد مراكز التفاعل الضوئية.

3 – رسم تخطيطي لآلية إنتاج الـ ATP في الصانعات الخضراء: (راجع إجابة التمرين 37)

جـ – 1 – تحليل منحنى الشكل (أ) :

- خلال الساعة الأولى في وجود الضوء تكون كمية CO_2 المشع المثبتة من قبل الأشنة الخضراء المعرضة للضوء ثابتة عند قيمة أعظمية.
- 0 – 20 ثا في الظلام تتناقص كمية CO_2 المشع المثبتة من قبل الأشنة الخضراء حتى تنعدم عند 20 ثا.

2 – ماذا يحدث في الساعة الأولى من المرحلة الثانية بوجود الضوء وغياب CO_2: تفاعلات المرحلة كيموضوئية المتمثلة في:

إرجاع $NADP^+$ وفسفرة ADP لفترة محدودة.



3 – ماذا يحدث خلال ز1 – ز2 بوجود CO_2 وغياب الضوء: تفاعلات المرحلة الكيموحيوية:

• تثبيت CO_2 وتركيب مادة عضوية ولفترة محدودة.

4 – مقارنة بين نتائج المرحلتين الأخيرتين:

ز0 – ز1: كمية CO_2 المثبتة منعدمة في الحالتين.

ز1 – ز2: في الشكل (ب) إرتفاع كمية CO_2 المثبتة ثم تناقص حتى تنعدم أما في الشكل (جـ) فتبقى كمية CO_2 المثبتة منعدمة.

5 – تعليل اختلاف نتائج المرحلتين الأخيرتين:

• في الشكل (ب): تشكلت نواتج المرحلة الكيموضوئية من ز0 – ز1 في وجود الضوء وغياب CO_2 سمح بتثبيت CO_2 وحدوث تفاعلات المرحلة الكيموحيوية في وجود CO_2 وغياب الضوء.

• في الشكل (جـ): عدم تشكلت نواتج المرحلة كيموضوئية من ز0 – ز1 في غياب الضوء و CO_2 لم يسمح بتثبيت CO_2 في الظلام لعدم تجديد RudiP بسبب تفاعلات المرحلة الكيموحيوية.

6 – الاستخلاص من هذه الدراسة: تتم عملية التركيب الضوئي في مرحلتين:

• المرحلة الكيموضوئية تتطلب وجود الضوء ومستقبل الالكترونات إضافة الى ADP + Pi.

• المرحلة الكيموحيوية تتطلب وجود CO_2 ونواتج المرحلة الكيموضوئية.

إجابة التمرين 40

I – 1 – أ – في الفترة الزمنية الممتدة من 0 دقيقة إلى 6 دقائق :

• في الظلام يفسر تناقص كمية الـ O_2 باستهلاكه من طرف الميتوكوندري أثناء حدوث ظاهرة التنفس وعدم حدوث عملية التركيب الضوئي لغياب الضوء.

• في الضوء يفسر استمرار تناقص كمية الـ O_2 باستهلاكه أثناء حدوث الظاهرة التنفس وعدم حدوث ظاهرة التركيب الضوئي لغياب كاشف هيل في الوسط.

ب – في الفترة الزمنية الممتدة من 6 د إلى إلى 12 د:

• في المجال الزمني من 6 د إلى 10 د: تفسر الزيادة المعتبرة لكمية الـ O_2 في الوسط بحدوث ظاهرتي التنفس والتركيب الضوئي في آن واحد، حدثت هذه الأخيرة عند توفر كل من الضوء وكاشف هيل غير أن شدة التركيب الضوئي(كمية لـ O_2 المحررة) أكبر من شدة التنفس (كمية O_2 المستهلكة).

• في المجال 10 د إلى 12 د: في وجود كاشف هيل يفسر التناقص الطفيف لكمية الـ O_2 من الوسط إلى حدوث التنفس وعدم حدوث ظاهرة التركيب الضوئي لغياب الضوء.

2 – شروط تحرير الـ O_2 في الوسط: توفر كل من الضوء وكاشف هيل (مستقبل الالكترونات).

3 – أ – التفاعل الإجمالي المرافق لانطلاق الـ O_2 المحفز بالضوء:

$$2H_2O + 2NADP^+ \longrightarrow 2NADPH.H^+ + O_2$$

إرجاع

أكسدة

ب – الرسم التخطيطي: راجع التمرين 15

II – 1 – تحليل النتائج:

• في وجود الضوء في المجال من ز0 إلى ز450 ثا ثبات نسبة الإشعاع في جزيئات RudiP في حدود 7000 دقة/ دقيقة وثبات نسبة الإشعاع في جزيئات APG في حدود 12000 دقة/ دقيقة.

• في الظلام في المجال من 450 إلى 500 تناقص سريع في نسبة الإشعاع على مستوى جزيئات RudiP إلى أدنى حد لها وزيادة سريعة في نسبة الإشعاع على مستوى جزيئات APG إلى أن تصل إلى أقصى قيمة لها عند 25000 دقة/ الدقيقة.



• في المجال 500 إلى 1900: ثبات في نسبة الإشعاع على مستوى جزيئات RudiP عند قيمة دنيا.
وتناقص في نسبة الإشعاع على مستوى جزيئات APG إلى أن تصل إلى 20000 وتثبت بعد ذلك.

2 – التفسير:

• في المجال من 0 إلى 450 ثا في وجود الضوء يفسر ثبات نسبة الإشعاع في كل من RudiP وAPG بالتوازن الديناميكي أي سرعة البناء تساوي سرعة الهدم.

• في المجال 450 إلى 500 ثا وفي الظلام يفسر تناقص الإشعاع على مستوى RudiP باستهلاكه وعدم تجديده بينما يفسر زيادة في APG بتجديده وعدم استهلاكه لغياب نواتج المرحلة الكيموضوئية (ATP. $NADH.H^+$).

3 – العلاقة الموجودة بين كل من RudiP و APG :

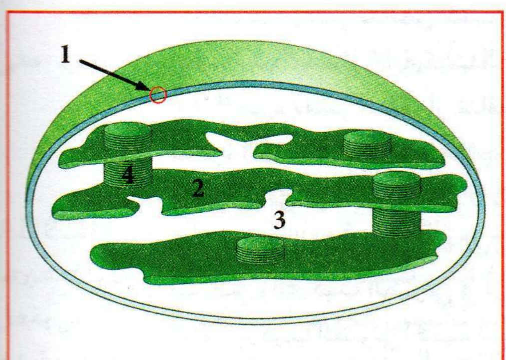
• يرتبط تركيب جزيئات الـ APG مباشرة بجزيئات RudiP في وجود CO_2 وتجديد RudiP مرتبط بوجود APG وذلك في وجود نواتج المرحلة الكيمضوئية المتمثلة في الـ ATP والـ $NADH.H^+$.
حيث في المجال من 450 إلى 500 في غياب الضوء وفي وجود CO_2 تزداد كمية APG على حساب تناقص RudiP، في المجال 19000 إلى 25000 عند التعريض للضوء من جديد تزداد كمية RudiP ويتزامن ذلك مع تناقص كمية APG وهذا يدل على أن العلاقة بينهما وظيفية ودورية.

III – الرسم : راجع إجابة التمرين 36.

إجابة التمرين 41

أ – العضية هي الصانعة الخضراء وتتم على مستواها ظاهرة التركيب الضوئي.

ب – رسم ما فوق بنية الصانعة الخضراء (الرسم المجاور).



1ـ غلاف الصانعة. 2ـ صفيحة حشوية.
3ـ المادة الأساسية. 4ـ حبيبة.

جـ – 1 – تحليل الوثيقة : (راجع التمرين 76).

• يؤدي سقوط الفوتونات الضوئية على النظام الضوئي PSII الى تهيج أصبغة المركز التفاعلي P680 فيفقد إلكترونا غني بالطاقة الذي ينتقل عبر سلسلة من النواقل وفق تدرج كمون أكسدة/إرجاع، أثناء هذا الانتقال يضخ أحد النواقل البروتونات إلى داخل الكييسات.

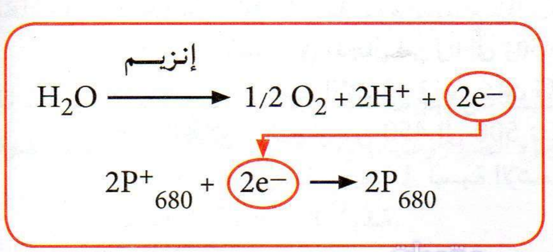
• يؤدي سقوط الفوتونات الضوئية على النظام الضوئي PSI إلى تهيج أصبغة المركز التفاعلي P700 فيفقد إلكترونا غني بالطاقة الذي ينتقل عبر سلسلة أخرى من النواقل الذي يستقبله في النهاية $NADP^+$ الموجود في الحشوة.

الاستخلاص: تنتقل الالكترونات من كمون أكسدة/ إرجاع منخفض إلى كمون أكسدة وإرجاع مرتفع ويتحرر من ذلك طاقة.

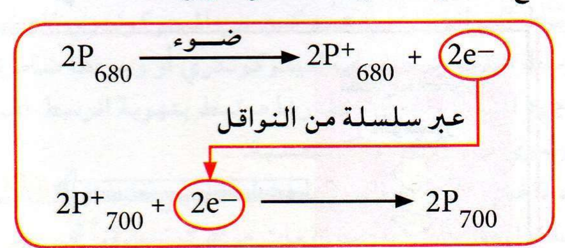
2 – الاستنتاج: تكتسب الأنظمة الضوئية طاقة عند سقوط الفوتونات الضوئية مما يسمح بانخفاض الكمون وإمكانية انتقال الالكترونات من الماء نحو $NADP^+$ وخلال هذا الانتقال تضخ البروتونات من الحشوة إلى داخل تجويف الكييس ويتشكل بذلك فرق في تدرج تركيز البروتونات على جانبي الغشاء متسببا في تركيب الـ ATP.

3 – مصير الالكترونات المتحررة:

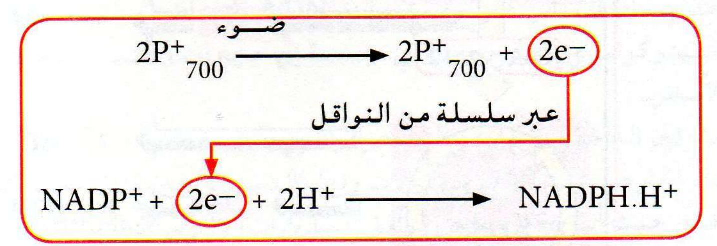
• مصير الكترونات الماء: تعوض الكترونات الماء الكترونات الـ PSII المفقودة فيستقر لكي تستمر عملية التركيب الضوئي.



• مصير الالكترونات المفقودة من PSII: تعوض الكترونات الـ PSII الكترونات الـ PSI المفقودة فيستقر كذلك اي ان PSI يسترجع الكتروناته من PSII عن طريق T3.

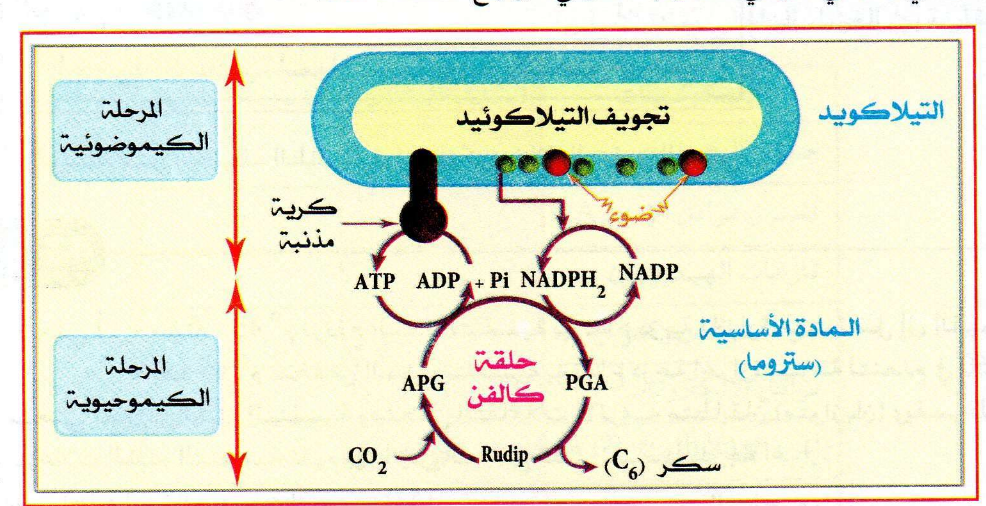


• مصير الالكترونات المتحررة من PSI: ترجع الكترونات الـ PSI ناقل طبيعي $NADP^{+}$.



4 – توفر التفاعلات الكيموضوئية لحلقة كالفن نواتجها التي تتمثل في ATP و $NADPH.H^{+}$.

5 – رسم تخطيطي وظيفي لآليتي التركيب الضوئي. (راجع الصفحة 248)



إجابة التمرين 42

1 – الإسم المناسب لكل مجموعة من التفاعلات:

التفاعلات 1: التحلل السكري ويتم فيه تحول الغلوكوز إلى حمض البيروفيك.

التفاعلات 2: تحول حمض البيروفيك إلى أستيل قرين الأنزيم (أ) (المرحلة الممهدة لحلقة كريبس) والدخول في حلقة كريبس.

التفاعلات 3: الفسفرة التأكسدية.

2 – المقر (المستوى الخلوي) لكل مجموعة.

التفاعلات 1: (التحلل السكري) مقرها الهيالوبلازم.

التفاعلات 2: مقرها حشوة الميتوكوندري.

التفاعلات 3: مقرها الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

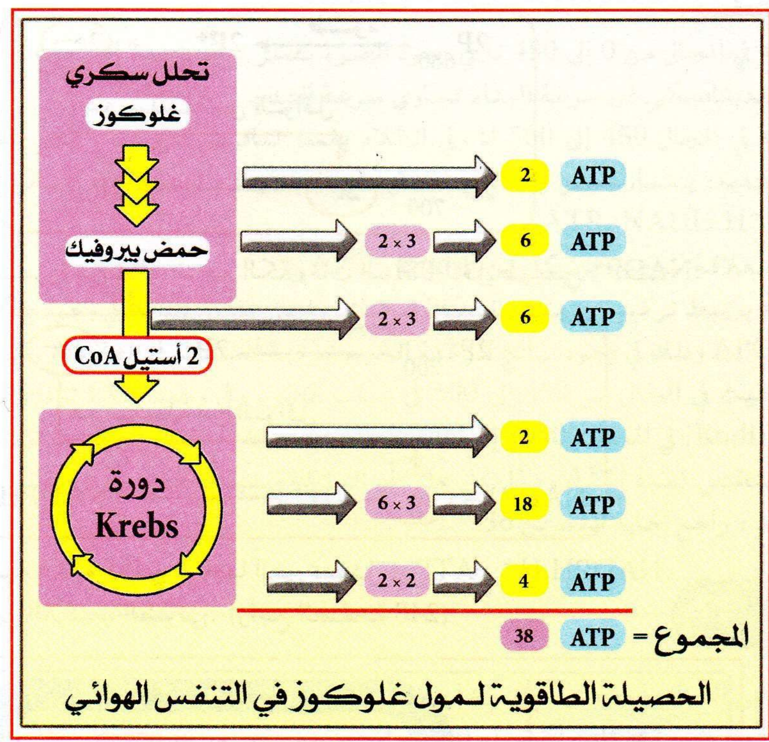
3 – التفاعلات التي تفسر تغير الـ O_2 في الوسط هي حدوث التفاعلات رقم (2) و(3) مع بعضها لأن غياب (2) سيؤدي حتما إلى غياب (3).



4 — هوية T : — في التفاعلات (1) هي : 2NAD

— في التفاعلات (2) هي : 8NAD و 2FAD

5 — أ —



ب — هذه الوثيقة تمثل الحصيلة الطاقوية لمول غلوكوز خلال التنفس الهوائي.

إجابة التمرين 43

1 — تحليل المنحنى أ : • من 0 – 45 °م ترتفع الشدة التنفسية بإرتفاع درجة الحرارة حيث تصل إلى القيمة المثلى.

• بعد 45 °م تنخفض الشدة التنفسية بإرتفاع درجة الحرارة بسرعة لتنعدم في 60 °م.

2 — أ — إن منحنى تغيرات الشدة التنفسية ومنحنى التفاعلات الأنزيمية متطابقان (متوازيان) ويفسر ذلك:

إن تفاعلات الشدة التنفسية تقوم بها الإنزيمات التي تتأثر نشاطها بدرجة الحرارة.

ب — (نفس إجابة السؤال "أ" من التمرين (47)).

3 — أ — $CO_2 \leftarrow K \leftarrow P \leftarrow G$

ب — ظهور الاشعاع في حمض البيروفيك يدل على تحول الغلوكوز إلى حمض البيروفيك، وظهور الإشعاع في حموض حلقة كريبس دلالة على تشكل هذه الحموض من حمض البيروفيك، كما أن إنطلاق CO_2 المشع دلالة على انها تنشأ من هذه المركبات.

جـ — المرحلة الأولى: خارج الميتوكوندري في الهيا لوبلازم وهي التحلل السكري.

المرحلة الثانية: تحدث داخل الميتوكوندري وتتمثل بتحول حمض البيروفيك إلى أستيل قرين الأنزيم "أ" (أي المرحلة الممهدة لحلقة كريبس) والدخول في حلقة كريبس ثم الفسفرة التأكسدية على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

إجابة التمرين 44

أ — في الوسط الهوائي: يدل تلون الـميتوكوندري باللون الاخضر على وجود أخضر جانوس في هذا الـمستوى وفي حالة مؤكسدة.

في الوسط اللاهوائي: عدم ملاحظة اللون الأخضر على مستوى الميتوكوندري يدل على عدم اكسدته.

ب – 1 – المقارنة: العضية (س) هي الميتوكوندري.

- خلايا الخميرة في الوسط الهوائي: وجود عدد كبير من الميتوكوندري المتطورة.
- خلايا الخميرة في الوسط اللاهوائي: غياب الميتوكوندري أو وجودها ضامرة.

2 – الفرضية المقدمة : وجود الميتوكوندري وتطورها مرتبط بتهوية الوسط [هوائي أو لا هوائي].

3 – الإستنتاج : الميتوكوندري مقر الأكسدة التنفسية.

جـ – 1 – البيانات : 1 ـ غشاء داخلي، 2 ـ أعراف، 3 ـ غشاء خارجي، 4 ـ المادة الأساسية، 5 ـ ADN ميتوكوندرية، 6 ـ حبيبات إدخارية، 7 ـ ريبوزومات ميتوكوندرية، 8 ـ حيز بين الغشائين.

2 – الوصف : • يحيط بالميتوكوندري غشائين خارجي وداخلي تمتد منه أعراف إلى الداخل، يفصل بين الغشائين حيز.
• تحتوي مادة الأساس على ريبوزومات، ADN، إنزيمات . . .

3 – الإستنتاج: للميتوكوندري بنية حجيرية أي مقسمة إلى حجيرات والمتمثلة بالحيز الموجود بين الغشائين ومادة الأساس.

د – 1 – المقارنة بين الغشائين الداخلي والخارجي للميتوكوندري:

- يحتوي الغشاء الخارجي على 50 % بروتينات و50 % دسوم في حين تزداد نسبة البروتين من 50 % إلى 80 % في الغشاء الداخلي حيث أنه يحتوي على نواقل إلكترونات، وإنزيم ATP synthétase ومضخات البروتونات . . . في حين تغيب هذه العناصر في الغشاء الخارجي.
- الإستخلاص: الإختلاف في التركيب الكيميائي يؤدي إلى الإختلاف في الوظيفة.

2 – المقارنة بين الغشاء الداخلي ومادة الأساس:

المكونات	الغشاء الداخلي	المادة الأساسية
حمض البيروفيك	–	+
أستيل مرافق الإنزيم A	–	+
نازعات الهيدروجين	+	+
نازعات الكربوكسيل	–	+
نواقل الإلكترونات	+	–
إنزيم ATP synthétase	+	–
مضخات البروتينات	+	–

+ وجود ، – غياب

الإستخلاص: إختلاف في بنية مكونات كل من الغشاء الداخلي والمادة الأساسية يدل على الإختلاف في الوظيفة.

3 – ما يمكن قوله: عن هذا الإختلاف في التركيب الكيميائي وخاصة فيما يخص نوع البروتينات يحدد نوع الوظيفة التي يقوم بها كل جزء.

هـ – 1 – إستخلاص نوع التفاعلين 1، 2: • التفاعل (1): تفاعل أكسدة.
• التفاعل (2): تفاعل إرجاع.

2 – الإستنتاج: تفاعلات ظاهرة التنفس هي تفاعلات أكسدة وإرجاع.

إجابة التمرين 45

1 – مصدر كاربون CO_2 المطروح في عملية التنفس و كذلك أوكسجينه من الغلوكوز.

2 – أ – المرحلة س : تتمثل بالتحلل السكري وهي تحدث في التنفس الهوائي والتخمر ومقره الهيالوبلازم.



المرحلة ع : تحول حمض البيروفيك إلى أستيل قرين الأنـزيـم "أ" ثم الدخول في حلقـة كريبس ومقره حشـوة الميتوكوندري.
المرحلة ص : الفسفرة التأكسدية ومقرها الغشاء الداخلي للميتوكوندري.
ب – المستوى الخلوي الذي تتم فيه تفاعلات الظاهرة "ب" هو الهيالوبلازم وكذلك تفاعلات الظاهرة "جـ".
جـ – الظاهرة أ : التنفس.
التعليل : وجود حلقة كريبس والفسفرة التاكسدية وإستهلاك الـ O_2 لتشكيل الماء.
الظاهرة ب : التخمر اللبني. التعليل : ظهور حمض اللبن.
الظاهرة جـ : التخمر الكحولي. التعليل : لظهور الإيثانول و CO_2.

3 – أ – المردود الطاقوي للتنفس : $= \frac{38 \times 30,5}{2860} \times 100 = 40,52$ %

المردود الطاقـوي للتخمر: $= \frac{2 \times 30,5}{2860} \times 100 = 2,13$ %

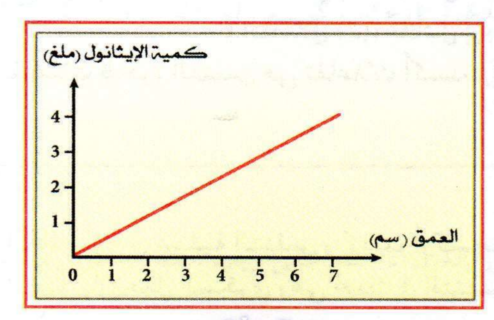
ب – أما النسبة الباقية من الطاقة فجزء قليل منها تضيع على شكل حرارة والباقي مازالت مخزنة في جزيئتين من الإيثانول (الظاهرة جـ) أو جزيئتين من حمض اللبن (الظاهرة ب).

إجابة التمرين 46

أ – 1 – فطر الخميرة كائن إختياري يعيش في الوسطين الهوائي (وجود O_2) واللاهوائي (تخمر غياب O_2).
التعليل: غزارة النمو الفطري على طول خط الزرع بالرغم من أن تركيز الأكسجين يقل كلما إبتعدنا على سطح الوسط المغذي.
2 – تنقص كمية الغلوكوز على طول خط الزرع غير أن هذا النقص يزداد كلما إبتعدنا من سطح الوسط المغذي بإتجاه الداخل.
التعليل: الهدف من هدم الغلوكوزهو الحصول على طاقة تستخدمها الخلايا في أداء مختلف أنشطتها الحيوية (النمو، التكاثر ...).
• التنفس الهوائي (هدم كلي للغلوكوز) ينتج كمية كبيرة من الطاقة (38 ATP لكل جزيئة غلوكوز) مقارنة بالتخمر (هدم جزئي) ينتج كمية قليلة من الطاقة (2 ATP لكل جزيئة غلوكوز).
• غير أن النمو الحادث على طول خط الزرع بنفس المعدل وهذا ما يدل على أن هدم الغلوكوز يزداد كلما إبتعدنا من سطح الوسط المغذي من أجل الحصول على القدر الكافي من الطاقة.

ب – 1 – البيانـات: 1 ـ هيالوبلازم، 2 ـ ميتاكوندري نامية، 3 ـ نواة، 4 ـ ميتياكوندري غير نامية (ضامرة).
2 – الخلية الممثلة في الشكل (1) أخذت من المنطقة السطحيـة (س) أي الوسط الهوائي لوجود عدد كبير من الميتوكوندري النامية.
والخلية الممثلة في الشكل (2) أخذت من المنطقة الداخلية (ص) أي الوسط اللاهوائي لغياب الميتوكوندري تقريبا وضعف نموه.
التعليل: الظروف السائدة على سطح الوسط المغذي هوائية (وجود O_2) والظروف السائدة في أسفل الوسط المغذي لاهوائية، (تخمر غياب O_2).

جـ – 1 – التمثيل البياني:



2 – نستنتج : تتوقف كمية المادة المتشكلة على العمق، بحيث تزداد كميتها بزيادة العمق (العلاقة طردية).

3 – المادة المتشكلة هي: الإيثانول (كحول إيثيلي).

الصبغة الكيميائية : CH_3CH_2OH أو (C_2H_5OH)

الظروف التي أدت إلى تشكلها : قلة (غياب) الأكسجين (O_2).

المعادلة: $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{إنزيمات}} 2CH_3\,CH_2\,OH + 2CO_2 + 2\,ATP$

4 – الدراسة المقارنة : الظاهرة المدروسة هي التنفس بنوعيه (الهوائي واللاهوائي).

	التنفس الهوائي	التنفس اللاهوائي (التخمر الكحولي)
النواتج	CO_2 + H_2O + طاقة	CO_2 + CH_3CH_2OH + طاقة
المقر	الهيالوبلازم والميتوكوندري	الهيالوبلازم
الحصيلة الطاقوية	38 جزيئة من الـ ATP	2 جزيئة من الـ ATP

إجابة التمرين 47

أ – تحليل المنحنى :

• الزمن [0 إلى قبل 2 د]: ثبات نسبة O_2 تقريبا في الوسط دلالة على عدم إستهلاكه رغم إضافة الجلوكوز عند الزمن ز1 = 1 دقيقة إذا الميتوكوندري لا تعمل.

• الزمن [2 د]: عند إضافة حمض البيروفيك: إنخفاض معتبر لكمية O_2 في الوسط دلالة على إستهلاكه من طرف الميتوكوندري اذا الميتوكوندري تعمل.

الإستنتاج: مادة الإيض المستعملة من طرف الميتوكوندري هي حمض البيروفيك وليست الجلوكوز.

ب – 1 – تحليل النتائج التجريبية:

• الجدول (أ) : إنتقال الجلوكوز من الوسط الخارجي إلى الهيولي ليتحول هناك إلى حمض البيروفيك، ثم إنتقال هذا الأخير إلى الميتوكوندري ليتحول هناك إلى مركبات أخرى مشتقة ويتم طرح غاز CO_2 إلى الخارج.

• الجدول (ب) : إنتقال الجلوكوز من الوسط الخارجي إلى الهيولي ليتحول هناك إلى حمض البيروفيك وتحول هذا الأخير إلى مركبات أخرى في الهيولي وتم طرح CO_2 إلى الخارج.

• الإستخلاص: حمض البيروفيك بوجود غاز O_2 يدخل الميتوكوندري ويتحول هناك إلى مركبات أخرى وبغيابه يبقى في الهيولى ويتحول هناك إلى مركبات أخرى.

2 – تحديد ظروف الحصول على الجدولين (أ ، ب):

• الجدول (أ): ظروف هوائية لهدم الجلوكوز داخل الميتوكوندري.

• الجدول (ب): لا هوائية لهدم الجلوكوز خارج الميتوكوندري.

3 – تحديد مصير و مقر تحول البيروفيك في الحالتين:

• في الظروف الهوائية: مصير حمض البيروفيك يدخل الميتوكوندري ويتحول هناك إلى مركبات أخرى.

• في الظروف اللاهوائية: حمض البيروفيك يبقى في الهيولي ويتحول إلى مركبات أخرى (مشتقات أخرى) غير المتشكلة في الميتوكوندري.

جـ – 1 – تمثيل التفاعلات بمعادلات بسيطة.

1....... Glucose + ATP $\rightarrow$ Glu – 6 – P + ADP

3....... Fru – 6P + ATP $\rightarrow$ Fru 1 , 6 Dip + ADP

6....... 2PGAl + 2 NAD^+ + 2Pi $\rightarrow$ 2ADiPG + 2NADH.H^+

7....... 2ADiPG + 2 ADP $\rightarrow$ 2A3PG + 2 ATP

10..... 2PEP + 2 ADP $\rightarrow$ 2 Acide Pyruvique + 2 ATP

2 – إستنتاج نوع التفاعل: • التفاعل (1): إماهة ATP وفسفرة السكر.
• التفاعل (3): إماهة ATP و فسفرة السكر.
• التفاعل (6): أكسدة وإرجاع.
• التفاعل (7): تركيب ATP.
• التفاعل (10): تركيب ATP.

3 – تحديد حصيلة ATP إيجابية أم سلبية: • حصيلة ATP إيجابية.
• التعليل: تم إستعمال 2ATP في الفسفرة.
• تم إنتاج 4ATP بعد ذلك.
• الحصيلة: 4ATP – 2ATP = 2ATP

4 – معادلة التحلل السكري:

$$\text{Glucose} + 2\,\text{ADP} + 2\text{Pi} + 2\,\text{NAD}^+ \longrightarrow 2\,\text{Acide Pyruvique} + 2\,\text{ATP} + 2\,\text{NADH.H}^+$$

إجابة التمرين 48

1 — • المرحلة الأولى المتمثلة بالتحلل السكري تحدث على مستوى الهيالوبلازم.
• المرحلة الثانية المتمثلة بتحول حمض البيروفيك إلى أستيل قرين الأنزيم ـ أ ـ (المرحلة الممهدة لحلقة كريبس) تحدث في مستوى حشوة الميتوكوندري.
• المرحلة الثالثة المتمثلة بحلقة كريبس تحدث في حشوة الميتوكوندري.
• المرحلة الرابعة المتمثلة بالفسفرة التأكسدية تحدث في مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

2 — هوية T هي NAD^+ ويتدخل حسب التفاعل التالي: $NAD^+ + 2H^+ + 2e^- \longrightarrow NADH.H^+$

3 — المرحلة المشتركة هي المرحلة الأولى المتمثلة بالتحلل السكري.

4 — يستقبل الأكسجين الإلكترونات والبروتونات الناتجة عن اكسدة نواقل الهيدروجين المتمثلة في الـ $FADH_2$ والـ $NADH_2$ في المرحلة الرابعة وتشكيل الماء.

$$NADH_2 + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow{\text{أكسدة}} NAD + H_2O$$

إرجاع

5 — الحصيلة الطاقوية راجع التمرين 42 أو 53

6 — المردود الطاقوي : يتمثل في النسبة المئوية من الطاقة الإجمالية لمول غلوكوز والتي تخزن في جزيئات الـ ATP المتشكلة.

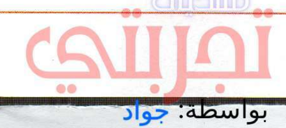
الطاقة المخزنة في 38 جزيئة ATP = 30,5 x 38 = 1159 كيلو جول المتشكلة في التنفس الهوائي.

المردود الطاقوي للتنفس = $\frac{1159}{2860}$ x 100 = 40,52 %

الطاقة المخزنة في جزيئين من الـ ATP المتشكلة في التخمر = 30,5 x 2 = 61

المردود الطاقوي للتخمر = $\frac{1159}{2860}$ x 100 = 2,13 %

نلاحظ أن المردود في التنفس الهوائي أكبر من التخمر لأن التفكك في التنفس الهوائي تام فالطاقة الناتجة كبيرة فالمردود كبير في حين في التخمر التفكك جزئي فالطاقة الناتجة ضعيفة فالمردود ضعيف.



إجابة التمرين 49

أ – تحليل المنحنى:

- قبل الزمن (t) [قبل إضافة حمض البيروفيك]: ثبات كميتي O_2 و CO_2 تقريبا في الوسط.
- بعد الزمن (t) [بعد إضافة حمض البيروفيك]: نلاحظ تناقص في كمية O_2 دلالة على إستهلاكه من طرف الميتوكوندري.

وتزايد في كمية CO_2 دلالة على تشكله من تحولات حمض البيروفيك.

- الإستنتاج: إمتصاص O_2 وطرح CO_2 دلالة على هدم حمض البيروفيك.

ب – يعتبر هذا التفاعل خطوة تحضيرية للمرحلة اللاحقة (حلقة كريبس) لذا يكتب معها وتسمى بالمرحلة الممهدة لحلقة كريبس.

جـ – 1 – نوع التفاعلات:

- التفاعل (1): تفاعل ضم.
- التفاعل (2) و(3): تفاعل نزع كربوكسيل تأكسدية.
- التفاعل (4): تركيب ATP.
- التفاعل (5): تفاعل أكسدة.
- التفاعل (7): تفاغل اكسدة.

2 – عدد جزيئات CO_2 المطروحة خلال الدورة إنطلاقا من جزيئة جلوكوز:

من تحول حمض البيروفيك إلى أستيل مرافق للإنزيم ـ أ ـ جزيئة CO_2 } $3\ CO_2$

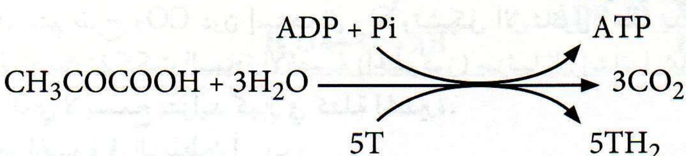
من كل حلقة كريبس .... جزيئتان من CO_2 } من كل دورة

لدينا دورتان (لدينا جزيئتان من حمض البيروفيك من كل جزيئة غلوكوز) إذا : $3 \times 2 = 6\ CO_2$

3 – عدد المرافقات الإنزيمية المرجعة خلال حلقة كريبس واحدة :

- $3\ NADPH.H^+$
- $1\ FADH.H^+$

4 – تلخيص في معادلة بسيطة :



$$CH_3COCOOH + 3H_2O \longrightarrow 3CO_2 \quad (ADP + Pi \rightarrow ATP;\ 5T \rightarrow 5TH_2)$$

د – الحصيلة الأولية للتحلل السكري وحلقة كريبس إنطلاقا من جزيئة جلوكوز:

- التحلل السكري : $ATP \longrightarrow 2ATP$

$NADH_2 \longrightarrow 2NADH_2$

- حلقة كريبس : من كل جزيئة حمض البيروفيك والخطوة التحضيرية لها :

$ATP \longrightarrow 1ATP$

$NADH_2 \longrightarrow 4NADH_2$

$FADH_2 \longrightarrow 1FADH_2$

$CO_2 \longrightarrow 3CO_2$

إجابة التمرين 50

1 – أ – البيانات: 1 ـ غشاء خارجي للميتوكوندري، 2 ـ عرف، 3 ـ حشوة (مادة أساسية)، 4 ـ الهيالوبلازم.

العنصر س: مستوكوندري.

ب – بما ان الخلية غنية بالميتوكوندريات النامية ذات الأعراف المتطورة وهذا دليل على أنها أخذت من الوسط الهوائي.

2 – المعادلة : $C_6H_{12}O_6 + 2\ ATP \longrightarrow$ فركتوز 1 - 6 فوسفات + 2ADP



يتم هذا التفاعل على مستوى الهيالوبلازم.

3 — على مستوى الحشوة (3):

$$CH_3COCOOH + 3H_2O + ADP + Pi \xrightarrow{\text{أنزيمات}} 3CO_2 + ATP$$
$$5T \rightarrow 5TH_2$$

على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري (2):

$$12TH_2 + 6O_2 + 34ADP + 34Pi \xrightarrow[\text{ATPase}]{\text{إنزيمات الأكسدة الإرجاعية}} 12T + 12H_2O + 34ATP$$

4 — لان الإلكترونات الناتجة عن أكسدة TH_2 تنتقل عبر سلسلة من النواقل بتفاعلات الأكسدة والإرجاع إلى أن تصل إلى المستقبل الأخير ألا وهو الـ O_2 لإرجاعه وتشكيل الماء مع البروتونات.

إجابة التمرين 51

أ — 1 — 1 ـ جدار خلوي (سيليلوزي)، 2 ـ غشاء هيولي، 3 ـ نواة أو غلاف نووي، 4 ـ هيولي أساسية (هيالوبلازم)، 5 ـ شبكة هيولية محببة، 6 ـ فجوة.

2 — التحليل المقارن: • في الوسط (أ): الخلية ذات ميتوكوندري نامية ذات أعراف متطورة.
• في الوسط (ب): الخلية ذات ميتوكوندري ضامرة ذات أعراف صغيرة.
الإستنتاج: نمو الميتوكوندري يتعلق بطبيعة الوسط الموجودة فيه الخلية.

3 — تحديد طبيعة الوسطين: الوسط (أ): هوائي. الوسط (ب): لا هوائي.

ب — 1 — تفسير نتائج الجدول:

في الوسط (أ): يتم إستعمال O_2 و طرح CO_2 وهذا يدل على قيام الخميرة بعملية التنفس حيث تفككت المادة الأيضية (الجلوكوز) كليا إلى مواد معدنية لا تحمل أية طاقة (حثالة) وينتج عن ذلك كمية معتبرة من الطاقة تستعمل في تكاثر الخميرة مما يؤدي إلى تزايد كبير في كتلتها.

في الوسط (ب): يتم طرح CO_2 دون إستعمال O_2 وتشكل الايثانول وهذا يدل على قيام الخلية بعملية التخمرالكحولي حيث تفككت المادة الأيضية (الجلوكوز) جزئيا إلى إيثانول مما ينتج عنه كمية ضئيلة من الطاقة الشيء الذي لا يسمح بتزايد كبير في كتلة الخميرة.

2 — مقارنة نسبة نمو الخميرة في الوسطين أ ، ب :

• في الوسط (أ): نسبة نمو الخميرة عالية.
• في الوسط (ب): نسبة نمو الخميرة منخفضة.
} نسبة النمو 0,6 غ / 0,02 غ أي كنسبة 1/30

3 — كتابة المعادلتين:

• معادلة التنفس: (وسط أ)

$$C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2 \xrightarrow{\text{أنزيمات}} 6CO_2 + 12H_2O + 38ATP$$

• معادلة التخمر: (وسط ب)

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{أنزيمات}} 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 2ATP$$

إجابة التمرين 52

1 — الاجزاء الأكثر نشاطا في الميتوكوندري : حسب التركيب الكيميائي لهذه الأجزاء المحدد في الجدول وعلى الخصوص وجود الأنزيمات تكون الأكثر نشاطا في الميتوكوندري متمثلة في : الغشاء الداخلي، المادة الأساسية.

2 — تفسير غياب الغلوكوز في المادة الأساسية : إن غياب الغلوكوز على مستوى المادة الأساسية في الميتوكوندري يرجع إلى أنه لا يدخل إليها حيث ان الغلوكوز يتحلل سكريا على مستوى الهيولي معطيا جزيئتين من حمض البيروفيك هذا الأخير الذي يعتبر المادة الأيضية الأساسية (للميتوكوندري)



3 — أ – العلاقة التي توجد بين النواقل في المادة الأساسية وإنزيمات الغشاء الداخلي: تتمثل النواقل الموجودة في المادة الأساسية في :

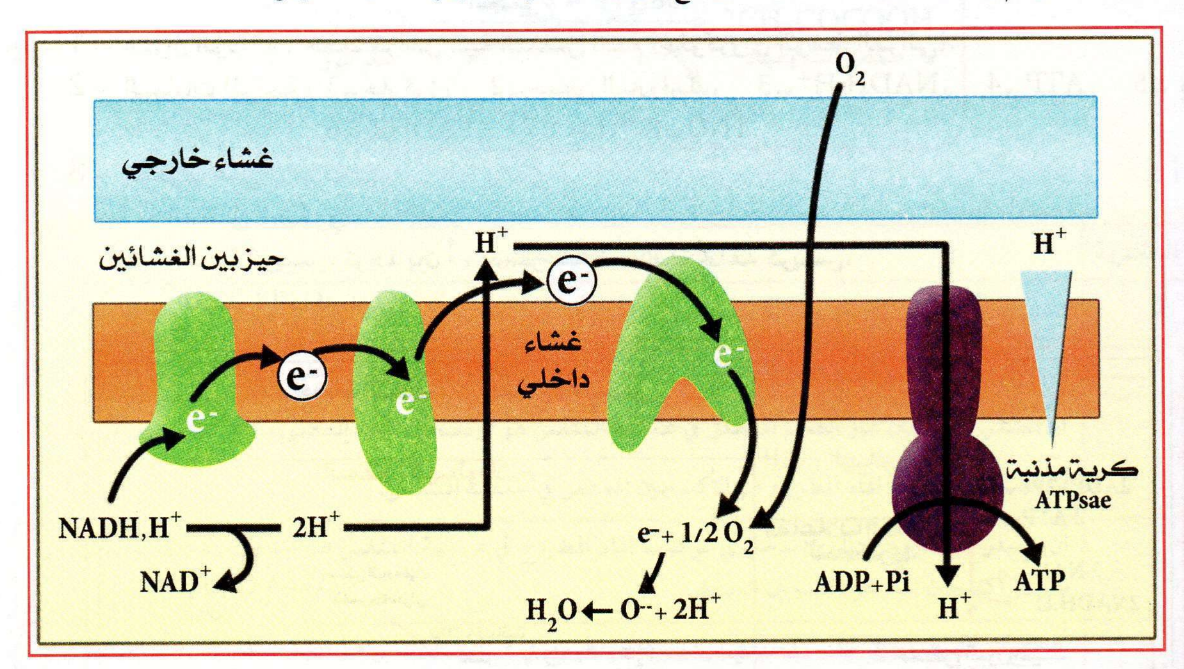
• نواقل مرجعة $NADH.H^+$، $FADH_2$.

هذه النواقل تحرر الإلكترونات التي تنتقل عن طريق النواقل المشكلة للسلسلة التنفسية على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري، والتي تنقلها على مستوى المستقبل النهائي المتمثل في الـ O_2، في هذه الأثناء يحدث نقل للبروتونات من المادة الأساسية نحو الحيز بين الغشائين مسببا تراكمها الذي يؤدي إلى تدرج في تركيز البروتونات على جانبي الغشاء.

• ينجم عن هذا التدرج في التركيز تدفق البروتونات عبر الكريات المذنبة (ATPase) الذي يؤدي إلى فسفرة ADP إلى ATP.

$$Pi + ADP \xrightarrow[ATPase]{} ATP + H_2O$$

ب – إعادة الرسم وكتابة البيانات عليه : (راجع الوثيقة 3 من التمرين 74 أو التمرين 53).



إجابة التمرين 53

أ – 1 – تحديد الآلية الفيزيائية لإنتقال الإلكترونات في السلسلة التنفسية :

• إن إنتقال الإلكترونات من $NADH.H^+$ إلى المستقبل النهائي الـ O_2 يكون من كمون أكسدة وإرجاع منخفض (– 0,32 V) إلى كمون أكسدة وإرجاع مرتفع (+ 0,84 V) اذن تحرر طاقة.

2 – التعليل : إنخفاض قيمة PH خارج الميتوكوندري يكون نتيجة إنتقال البروتونات عبر نواقل الإلكترونات والبروتونات (المضخات) إلى خارج الميتوكوندري مسببة زيادة في تركيز البروتونات فإنخفاض قيمة PH الوسط الخارجي.

3 – حساب فرق كمون الأكسدة الارجاعية :

• $NADH.H^+$ = – 0,32 V

• T_2 = + 0,05 V

• الفرق يتمثل في 0,37 V وهو فرق معتبر، أي أن هناك إنخفاض معتبر في طاقة الإلكترون.

الإستنتاج : هناك تحرير طاقة. فما هو مصير هذه الطاقة؟

4 – فيما تستعمل الطاقة السابقة؟ تستغل الطاقة المحررة في إخراج البروتونات عكس تدرج التركيز (نقل فعال).

5 – تحديد المستقبل الأخير للإلكترونات: المستقبل الأخير في السلسلة التنفسية هو الـ O_2.

6 – البيانات: 1 ـ حيز بين الغشائين، 2 ـ الغشاء الداخلي، 3 ـ معطى الإلكترونات، 4 ـ الحشوة.



ب – التحلل السكري :

$$8ATP \begin{cases} 2\,ATP \longleftarrow 2\,ATP \\ 6ATP = 3 \times 2 \longleftarrow 2\,NADH_2 \end{cases}$$

الأكسدة الخلوية :

أ – من حمض البيروفيك إلى أستيل قرين الإنزيم (أ) :

$3ATP = 3 \times 1 \longleftarrow NADH_2$

ب – حلقة كريبس :

$1ATP \longleftarrow 1ATP$

$9ATP = 3 \times 3 \longleftarrow 3\,NADH_2$

$2ATP = 2 \times 1 \longleftarrow 1\,FADH_2$

جزيئتان من حمض البيروفيك (دورتان) $30ATP = 2 \times 15$

المجموع = 38ATP

جـ – 1 – عنوان الوثيقة : مخطط مراحل آلية التنفس [هدم الجلوكوز في الوسط الهوائي].

2 – البيانات المرقمة : 1 ـ جاوكوز، 2 ـ حمض البيروفيك، 3 ـ $NADH.H^+$، 4 ـ ATP، 5 ـ CO_2، 6 ـ FADH2، 7 ـ O_2، 8 ـ H_2O

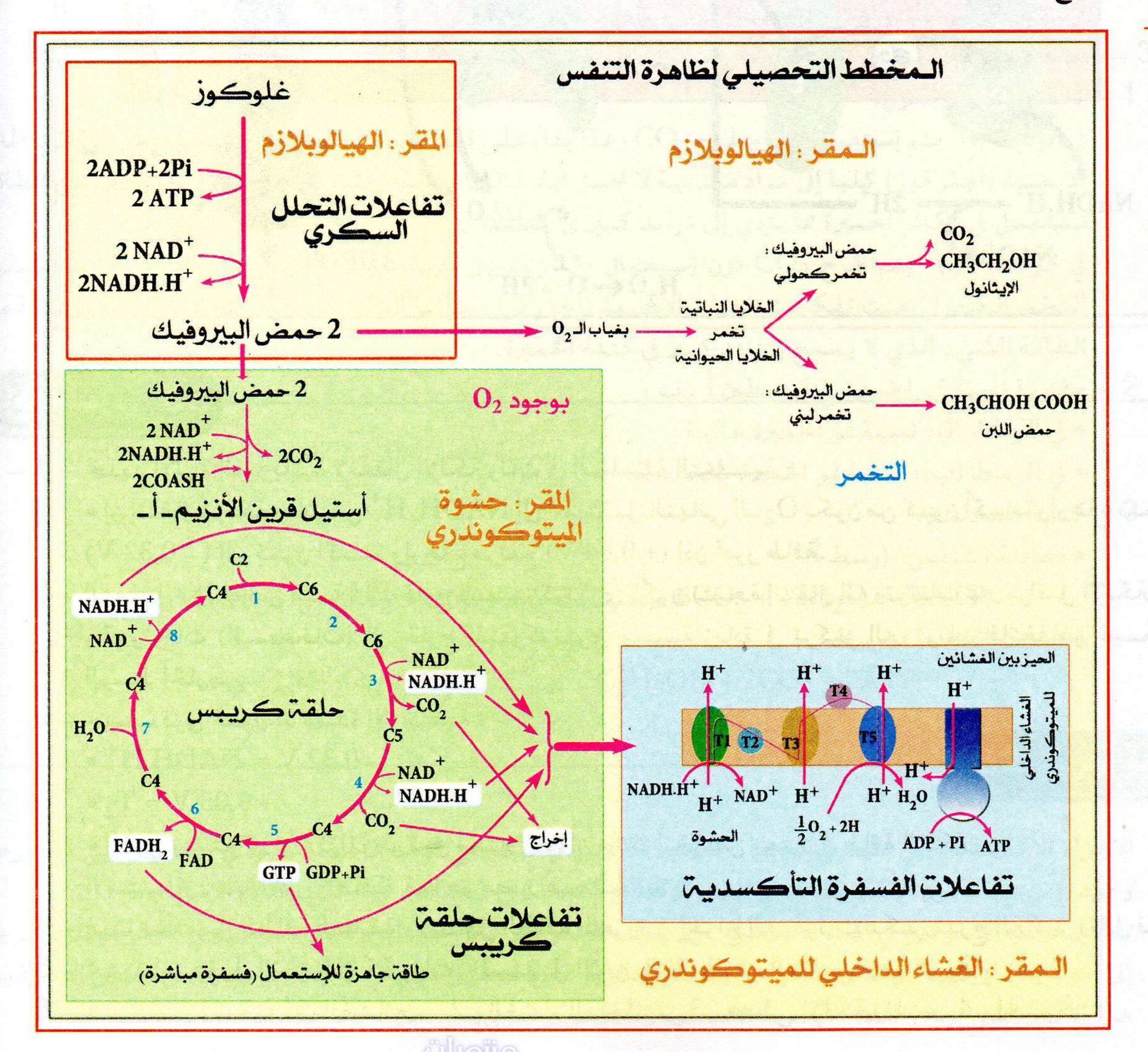
3 – التعرف على الأحرف :

أ – التحلل السكري.

ب – حلقة كريبس وتوجد بين أ ، ب المرحلة الممهدة لحلقة كريبس.

ج – الفسفرة التأكسدية.

د –



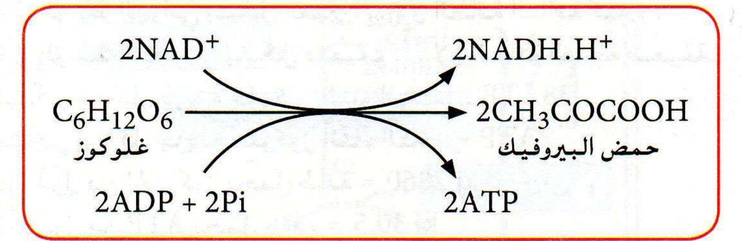
إجابة التمرين 54

1 — نستخلص أن الميتوكوندريا هي مقر الاكسدة الخلوية.

2 — نستنتج أن فسفرة الغلوكوز شرط أساسي لتحليل الغلوكوز داخل الخلية:

غلوكوز + ATP → ADP + فوسفات – 6 – غلوكوز

3 — يفسر بأن الغلوكوز تفكك إلى سكرين ثلاثيين ثم حصل لهما اكسدة بغياب الأكسجين (هدرجة) فتحولا إلى جزيئتين من حمض اللبن. لكن حمض اللبن لا يمثل المرحلة النهائية لجميع الخلايا بل يقتصر على الخلايا الحيوانية فقط. أما المركب النهائي الذي تشترك فيه جميع الخلايا هو حمض البيروفيك الذي يتشكل كمايلي:



4 — أ –

رقم التجربة	الشروط التجريبية
1	نستنتج أن مصدر كاربون CO_2 المنطلق في عملية التنفس هو كاربون المادة العضوية.
2	أن مصدر أوكسجين غاز الفحم المنطلق في عملية التنفس هو أوكسجين المادة العضوية ومصدر آخر.
3	أن مصدر أوكسجين غاز الفحم المنطلق في عملية التنفس هو أوكسجين المادة العضوية وأكسجين ماء الوسط.
4	أن مصدر أوكسجين الماء المطروح هو الأكسجين الممتص في عملية التنفس.
5	أن مصدر الهيدروجين الذي يدخل في تركيب الماء المطروح في عملية التنفس هو المادة العضوية ومصدر آخر. مصدر أكسجين الماء هو أكسجين الوسط.
6	أن مصدر الهيدروجين الذي يدخل في تركيب الماء المطروح في عملية التنفس هو المادة العضوية وماء الوسط (الماء الداخل في تفاعلات تحول حمض البيروفيك إلى استيل قرين الإنزيم أو حلقة كريبس).
7	تؤكد أن مصدر H الماء المتشكل في التنفس هو H كل من مادة الأيض وماء الوسط.

ب – المعادلة الاجمالية للتنفس الهوائي: $C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 12H_2O + 38\ ATP$

مقر الظاهرة هي: الهيالوبلازم والميتوكوندري(المادة الاساسية والغشاء الداخلي).

إجابة التمرين 55

أ – من [0 - 200] ثا: نلاحظ تناقص في كمية O_2 مع زيادة في كمية CO_2 وثبات كمية الايثانول (حدوث ظاهرة التنفس).

بعد [200]ثا: عند نفاذ كمية الـO_2 نلاحظ بداية تشكل الإيثانول وزيادة في كميته مع إستمرار زيادة في كمية CO_2 [تخمر كحولي].

الإستنتاج: في غياب الـO_2 تقوم الخميرة بالتخمر الذي يؤدي إلى إنطلاق غاز CO_2 وتشكل الإيثانول (نواتج التخمر).

ب – 1 – تحليل نتائج التجربة :

- بزيادة كتلة الخميرة (تكاثر الخميرة) ← قلت شفافية الوسط بشكل كبير ← الطاقة المتحررة كانت كبيرة.
- الزيادة الطفيفة في كتلة الخميرة (تكاثر ضعيف) ← قلت شفافية الوسط بشكل طفيف ← الطاقة المتحررة كانت قليلة.



أو:

- الوسط اللاهوائي: إنخفاض طفيف في شفافية الوسط يرجع إلى الزيادة الطفيفة في كتلة الخميرة (تكاثر ضعيف) يدل على تحرر كمية قليلة من الطاقة.
- الوسط الهوائي: إنخفاض معتبر في شفافية الوسط يرجع ذلك إلى الزيادة المعتبرة في كتلة الخميرة (تكاثر نشيط) يدل ذلك على تحرر كمية كبيرة من الطاقة.
- الإستنتاج: – المردود في الوسط الهوائي عالي.

– المردود في الوسط اللاهوائي ضعيف.

2 – المقارنة بين تطور الخميرة في الوسطين:

- تطور الخميرة في الوسط الهوائي بشكل معتبر ... لأن الطاقة الناتجة كبيرة .
- تطور الخميرة في الوسط اللاهوائي بشكل ضعيف ... لأن الطاقة الناتجة ضعيفة.

جـ – كمية الطاقة: • تتشكل من كل جزيئة جلوكوز أثناء التنفس: 38ATP

• تتشكل من كل جزيئة جلوكوز أثناء التخمر: 2ATP

المردود الطاقوي: 1 مول من الجلوكوز يحمل طاقة = 2860 kj

1 مول من ATP يحمل طاقة = 30,5 kj

$$\text{المردود الطاقوي للتنفس} = \frac{38 \times 30,5}{2860} = 40,5\ \%$$

$$\text{المردود الطاقوي للتخمر} = \frac{30,5 \times 2}{2860} = 2,1\ \%$$

المردود الطاقوي للتنفس عالي لان نواتج التخمر المتمثلة بجزيئتين من الايثانول ما زالت تحمل طاقة عالية (التفكك جزئي) عكس نواتج التنفس التي لا تحمل أية طاقة (التفكك تام).

د – 1 – كيفية تجديد نواقل الهيدروجين خلال التخمر: لإستمرار عملية التحلل السكري لابد من تجديد نواقل الهيدروجين (المرافقات الإنزيمية) لتركيب ATP وذلك بإرجاعها للإيثانال إلى الإيثانول.

2 – المقارنة: في التنفس: يتم ذلك خلال الفسفرة التأكسدية بوجود غاز الـ O_2 في الوسط.

في التخمر: يتم ذلك بإرجاع الأسيتالدهيد (الإيثانال) إلى إيثانول في الهيولي دون تدخل الـ O_2.

3 – المعادلة الإجمالية للتخمر: $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{إنزيمات}} 2C_2H_5OH + 2CO_2 + 2ATP$

هـ – 1 – عنوان الوثيقة: مراحل هدم الجلوكوز في الوسط اللاهوائي [التخمر الكحولي].

2 – بيانات الوثيقة: 1 ـ جلكوز، 2 ـ حمض البيروفيك، 3 ـ $NADH.H^+$، 4 ـ ATP، 5 ـ CO_2

6 ـ إيثانول.

3 – التعرف على الحرفين: أ – التحلل السكري.

ب – أكسدة النواقل لإرجاع الإيثانال إلى إيثانول (تخمر كحولي).

إجابة التمرين 56

1 – أ – تفسير حمض اللبن في الدم. يظهر حمض اللبن في الدم عند القيام بجهد عضلي، ويزداد بزيادة الجهد المبذول، رغم توفر كمية معتبرة من O_2.

يفسر ذلك بأن قابلية العضلة لإستهلاك O_2 تزداد بزيادة الجهد إلى حد معين، تصبح بعده غير قادرة على إستهلاك كميات أكبر، رغم زيادة الجهد المبذول، لذا يزداد تشكل حمض اللبن نتيجة التخمر بهدف توفير مزيد من الطاقة.

ب – * إستنتاج الظاهرتين مع التعليل: عندما يكون الجهد المبذول أقل من 68 كيلوجول / د تحدث ظاهرة التنفس.

التعليل: وجود آثار قليلة فقط من حمض اللبن.

عندما يكون الجهد المبذول 68 كيلوجول / د فما فوق، تحدث ظاهرتي التنفس والتخمر.

التعليل: تزايد كمية حمض اللبن بزيادة الجهد.

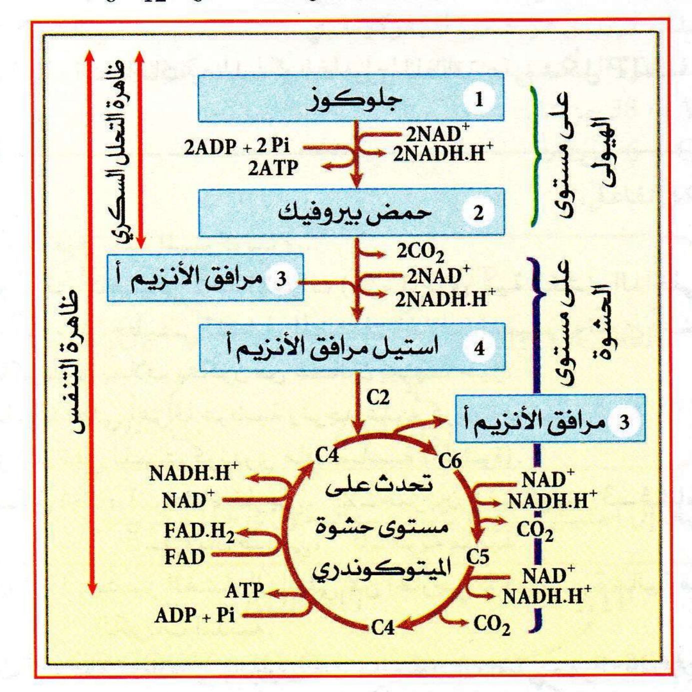


* التعبير عن الظاهرتين بمعادلتين :

• معادلة التنفس: $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6\,H_2O \rightarrow 6CO_2 + 12\,H_2O + 2860\,kj$

• معادلة التخمر: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3 - CHOH - COOH + 167\,kj$

2 — أ – إتمام المخطط:



ب – تحديد موقع الظاهرتين: لاحظ الرسم.

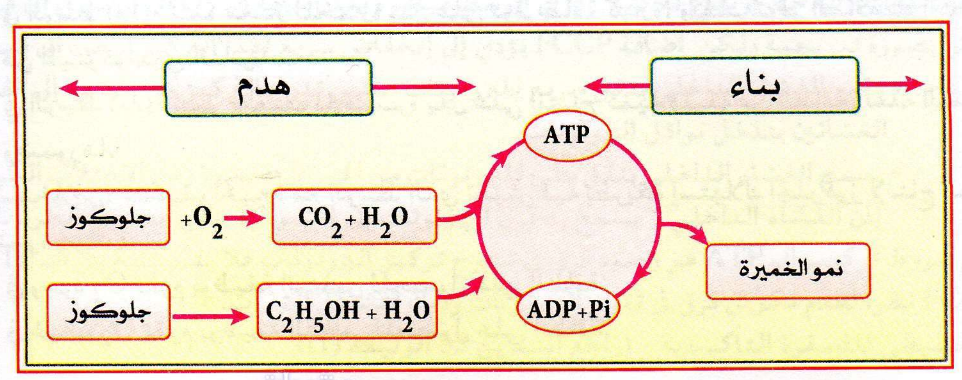
3 — أ – تفسير النتائج المحصل عليها:

• المرحلة 1: عدم تشكل الـ ATP يفسر بغياب الطاقة لعدم وجود تدرج في تركيز H^+ بين الوسطين أ و ب.
• المرحلة 2: تشكل الـ ATP دليل على توفر الطاقة ويفسر ذلك بوجود تدرج في تركيز H^+ يسمح بتدفق البروتونات عبر الكريات (جـ).
• المرحلة 3: عدم تشكل الـ ATP رغم وجود تدرج في التركيز يفسر بوجود مادة مثبطة للنشاط الإنزيمي.
• المرحلة 4: عدم تشكل الـ ATP يفسر بغياب الـ Pi + ADP الضروريان لتشكل الـ ATP.
• المرحلة 5: عدم تشكل الـ ATP يفسر بنفاذية الغشاء للبروتونات فلا يتشكل فرق في تدرج تركيز البروتونات، فلا تخرج عبر الكريات المذنبة، لذا لا تتوفر الطاقة اللازمة لتركيب الـ ATP.

ب – شروط حدوث الآلية الطاقوية (تركيب الـ ATP) :

• وجود تدرج في تركيز الـ H^+.
• توفر الـ Pi + ADP.
• عدم نفاذية الغشاء للبروتونات (سلامة الغشاء).
• وجود نشاط إنزيمي.

4 — أ – رسم المخطط بعد إتمامه:



ب – أهمية العامل الوسيط (ATP): تتطلبها كل النشاطات الخلوية منها:

- تركيب الجزيئات العضوية.
- الحركات الخلوية المختلفة.
- النقل الغشائي.

ولمواصلة هذه النشاطات يتطلب تجديد دوري للطاقة على شكل ATP.

إجابة التمرين 57

I – 1 – الشكل "أ": ما فوق بنية الميتوكوندري.

الشكل "ب": جزء تفصيلي لأحد الأعراف (جزء لما فوق بنية الغشاء الداخلي للميتوكوندري).

الشكل "جـ": رسم تخطيطي للغشاء المضاعف (غلاف) للميتوكوندري (غشاء داخلي وغشاء خارجي).

2 – يحاط الميتوكوندري بغلاف يتكون من غشائين بينهما حيز.

يرسل الغشاء الداخلي أعرافا عرضية وتوجد عليه كريات مذنبة.

يشغل الحيز الداخلي للميتوكوندري مادة أساسية (الحشوة).

3 – • بيانات الشكل (جـ): 1 ـ غشاء خارجي، 2 ـ حيز بين الغشائين، 3 ـ غشاء داخلي، 4 ـ دسم فوسفوري، 5 ـ بروتين ضمني، 6 ـ كرية مذنبة.

- المقارنة بين 1 و 3: يتميز الغشاء الداخلي عن الخارجي بوجود نسبة عالية من البروتينات، إضافة إلى وجود الكريات المذنبة.
- تفسير اوجه الإختلاف : الغنى بالبروتينات : الغشاء الداخلي مقر لتفاعلات أنزيمية ومتعددة.

– الكريات المذنبة : تلعب دور الـ ATPase (الأنزيم المركب للـ ATP).

II – 1 – • المقارنة : الشكل م1: تواجد أعداد كبيرة من الميتوكوندري بحجم كبير وأعراف نامية.

الشكل م2: تواجد عدد قليل من الميتوكوندري بأعراف ضامرة وحجم صغير.

- الإستخلاص: الشكل م1: مأخوذ من الوسط الهوائي (تنفس).

الشكل م2: مأخوذ من الوسط اللاهوائي (تخمر).

2 – تحليل نتائج نمو الخميرة في الوسطين :

– في الوسط م1: إستهلاك كبير للجلوكوز، يقابله نمو معتبر للخميرة خلال مدة زمنية قصيرة نسبيا.

– في الوسط م2: إستهلاك ضعيف للجلوكوز، يقابله نمو قليل للخميرة خلال مدة زمنية طويلة نسبيا.

3 – التحليل المقارن للمنحنيين م1 ، م2: يمثل المنحنيان م1 ، م2 تطور نمو الخميرة في الوسطين م1 ، م2 خلال نفس المدة الزمنية، حيث يلاحظ إختلاف في كتلة الخميرة المتشكلة.

– من 0 - 0,5 سا : – نمو الخميرة في الوسطين م1 ، م2 متماثل تقريبا.

– يكون النمو معتبرا في الوسط م1 مقارنة بـ : م2.

– من 0,5 - 2,5 سا : إستمرار تزايد نمو الخميرة في الوسط م1 يقابله إستقرار (ثبات) في نمو الخميرة في الوسط م2.

4 – تفسير العلاقة بين نمو الخميرة وبنيتها :

– في الوسط (م1): نمو معتبر للخميرة يدل على توفر طاقة كبيرة، ويفسر توفر الطاقة بتواجد أعداد كبيرة من الميتوكوندري النامية.

– في الوسط (م2): نمو ضعيف للخميرة يدل على إنتاج كمية قليلة من الطاقة، لقلة الميتوكوندري وضمورها.

5 – الإستخلاص: تتكيف الخميرة مع الوسط الذي تعيش فيه بطريقة إستهلاك الجلوكوز لإنتاج الطاقة اللازمة للنمو، حيث :

– في وجود O_2 تقوم بوظيفة التنفس للحصول على الطاقة.

– في غياب O_2 تقوم بوظيفة التخمر للحصول على الطاقة.

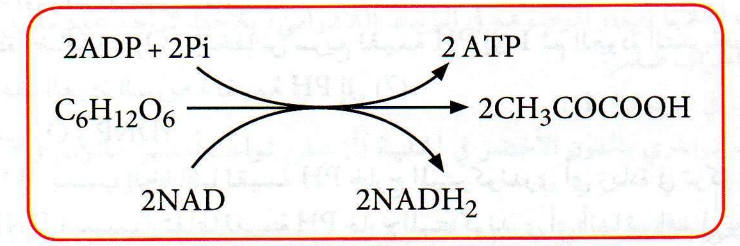


1 — أ — المقر الخلوي لـ : التحلل السكري هو الهيالوبلازم.
المقر الخلوي لـ : حلقة كريبس هو حشوة الميتوكوندري.
المقر الخلوي لـ : الفسفرة التأكسدية هو الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

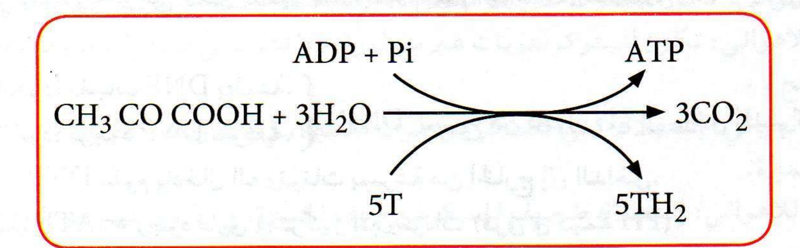
ب — عدد جزيئات الـ ATP = 38 جزيئة.
عدد جزيئات الـ CO_2 = 6 جزيئات.

جـ — المعادلة الاجمالية لكل تفاعل:

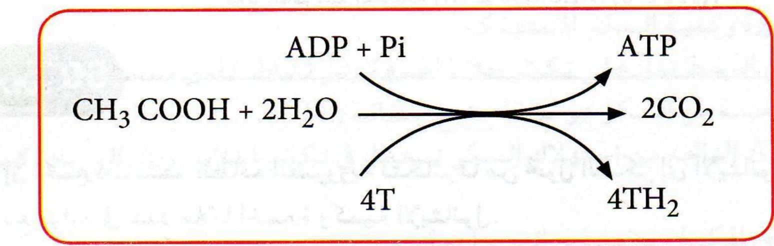
— التحلل السكري



— تحول حمض البيروفيك إلى أستيل قرين الإنزيم ـ أ ـ والدخول في حلقة كريبس :



أو حلقة كريبس لوحدها :



— الفسفرة التأكسدية

$$TH_2 + \frac{1}{2}O_2 + ADP + Pi \xrightarrow[]{\text{سنتاز ATPase}} T + H_2O + ATP$$

2 — في الحالة الأولى : يلاحظ إرتفاع لتركيز البروتونات H^+ في الوسط مباشرة بعد إضافة الـ O_2 إلى أن تصل قيمة عظمى ثم ينخفض تدريجيا.

— الحالة الثانية : يلاحظ إرتفاع لتركيز H^+ في الوسط مباشرة بعد إضافة الـ O_2 إلى أن تصل إلى قيمة عظمى ثم تنخفض بصورة تدريجية ولكن اضافة FCCP يؤدي إلى إنخفاض سريع لهذا التركيز ليعود إلى قيمته الأصلية.

الإستنتاج: • يقوم الغشاء الداخلي بنقل سريع للبروتونات عكس تدرج التركيز من الحشوة إلى الحيز الموجود بين الغشائين بتدخل نواقل البروتونات.

• يسمح الغشاء الداخلي بنقل بطئ للبروتونات من الحيز إلى الحشوة رغم الإختلاف الكبير في التركيز.
إذن الغشاء الداخلي لا يسمح بدخول البروتونات إلى الحشوة إلا على مستوى الكريات المذنبة.

3 — من أهم شروط تركيب الـ ATP هو وجود فرق في تدرج تركيز البروتونات فلا يتم تشكيل الـ ATP عند إضافة الـ FCCP نظرا لعدم تكوين فرق في تدرج البروتونات وذلك لتشكل الثقوب.

4 — رسم تخطيطي للفسفرة التأكسدية : (راجع التمرين 53 الوثيقة (1))



إجابة التمرين 59

أ – دور الغشاء: نقل الإلكترونات.

دور الجزء المنفصل (F_1) من الإنزيم: تركيب ATP.

ب – 1 – تحليل منحنى الوثيقة:

- قبل إضافة الـ O_2 : PH الوسط ثابتة عند القيمة 7 اذا ثبات تركيز البروتونات.
- بعد إضافة الـ O_2: إنخفاض سريع لقيمة PH من 7 إلى 1 اذا زيادة في تركيز البروتونات في الوسط ثم العودة التدريجية إلى PH الأصلي (7).
- بعد إعادة إضافة الـ O_2 : إنخفاض سريع لقيمة PH إلى 1 ثم العودة التدريجية وأثناء العودة وعند حقن DNP نلاحظ العودة السريعة لقيمة PH إلى (7).

2 – تأثير كل من O_2 و DNP:

- إضافة O_2 : يسبب إنخفاضا لقيمة PH خارج الميتوكوندري أي زيادة في تركيز البروتونات.
- إضافة DNP : يسبب ارتفاعا لقيمة PH خارج الميتوكوندري أي أنها تساهم في تخفيض تركيز H^+ في الخارج.

3 – التعليل: تعليل إنخفاض قيمة PH خارج الميتوكوندري ثم العودة إلى قيمتها الأصلية بنفاذية الغشاء الداخلي وليس الخارجي الذي يتميز بنفاذيته لمعظم الجزيئات الصغيرة.

4 – المقارنة:

- زمن العودة بغياب DNP بطيئة.
- زمن العودة بوجود DNP سريعة.

} DNP يسرع من دخول H^+ إلى داخل الميتوكوندري

التفسير: DNP يقوم بإدخال البروتونات بسرعة من الخارج إلى الداخل.

جـ – شروط تركيب ATP: • وجود فارق في تركيز البروتونات (فرق في قيمة PH).

• وجود الكرات المذنبة (إنزيم ATP synthétase).

إجابة التمرين 60

I – 1 – إن الخميرة تستمد الطاقة الضرورية لتكاثرها من تحول السكر إلى الإيثانول فنلاحظ تناقص في نسبة السكر مع تزايد في عدد خلايا الخميرة وكمية الإيثانول.

– وعندما تنخفض نسبة السكر فتنخفض كمية الطاقة الناتجة فتنخفض عدد خلايا الخميرة.

2 – تستمد الخميرة الطاقة الضرورية لحياتها في الضروف اللاهوائية بالتخمر الكحولي.

– التعليل: الوسط لا هوائي (غياب الـ O_2) وتشكل الإيثانول.

3 – المعادلة الغجمالية للتخمر الكحولي :

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{إنزيمات}} 2CO_2 + 2CH_3CH_2OH + 2ATP$$

II – 1 – الطاقة الإجمالية الناتجة المتحررة:

$$\frac{3}{2}\ C_6H_{12}O_6 + 9O_2 + 9H_2O \rightarrow 9CO_2 + 18H_2O + 4290\,kj$$

1 مول سكر عنب يعطي طاقة 2860 كيلوجول

1.5 مول سكر عنب يعطي 2860 x 1,5 = 4290 كيلوجول

2 – الطاقة المتحررة الخاصة بالنشاطات الحيوية للخلية (ATP) = (38 + 19) x 29,5 = 1681,5 كيلوجول.

3 – المردود الطاقوي التنفسي: $\frac{38 \times 29,5}{2860} \times 100 = 43,3\ \%$



إجابة التمرين 61

I — 1 — البيانات: 1 ـ جدار سليلوزي. 2 ـ نـواة. 3 ـ شبكـة هيولية. 4 ـ فجـوة عصارية.
5 ـ غشاء خارجي للميتوكوندري. 6 ـ غشاء داخلي للميتوكوندري. 7 ـ مادة أساسية.
8 ـ عرف. 9 ـ ريبوزوم. 10 ـ ADN. س ـ ميتوكوندري. ع ـ هيولي أساسية.

2 — التحليل المقارن لشكلي الوثيقة (1):

- على مستوى الخلايا (أ)، الموضوعة في الوسط الهوائي: يلاحظ تواجد ميتوكوندريات نامية ذات أعراف متطورة وعديدة.
- على مستويات الخلايا (ب)، الموضوعة في الوسط اللاهوائي: يلاحظ تواجد عدد قليل من الميتوكوندريات الغير نامية ذات أعراف ضامرة.

3 — تفسير تلون (س)، في الوثيقة (1):

- يدل تلون الميتوكوندري باللون الأخضر في الخلية (أ) على تواجد أخضر جانوس في هذا المستوى وفي حالة مؤكسدة.
- عدم ملاحظة اللون الأخضر على مستوى الميتوكوندري في الخلية (ب) يعود إلى عدم أكسدته.

4 — العلاقة بين إجابة السؤالين 2، 3:

- في الوسط الهوائي: تكون الميتوكوندريات متطورة، وتتم على مستواها تفاعلات الأكسدة الخلوية.
- في الوسط اللاهوائي: تكون الميتوكوندريات غير متطورة، ولا تتم على مستواها تفاعلات الأكسدة الخلوية.

II — 1 — تحليل النتائج :

- في الوسط الهوائي: إستهلاك كلي للسكر من طرف الخميرة، في مدة زمنية قصيرة (9) أيام، وتشكل كتلة كبيرة من الخميرة.
- في الوسط اللاهوائي: إستهلاك ضعيف للسكرمن طرف الخميرة، في فترة زمنية طويلة (3 أشهر)، وتشكل كتلة صغيرة من الخميرة.

2 — العلاقة بين كتلة الخميرة وكمية السكر المستهلكة :

- زيادة كتلة الخميرة في الوسط تدل على تكاثر خلايا الخميرة وهو نشاط خلوي مستهلك للطاقة (ATP).
- وإستهلاك كميات معينة من السكر هو نشاط منتج للطاقة (ATP).
- لذا فكميات الـ ATP الناتجة من إستهلاك السكر تستغل في تكاثر الخلايا، وبالتالي زيادة كمية الخميرة في الوسط.

3 — المعلومات المستخلصة والمكملة للإجابة في الفرع I — 4 :

- يتم تشكيل كميات معتبرة من الطاقة (ATP) بإستهلاك كميات كبيرة من السكر عند خلايا الخميرة في الوسط الهوائي بحدوث الأكسدة الخلوية على مستوى الميتوكوندري هذا الأخير الذي يكون متطورا.
- يتم تشكيل كميات قليلة من الطاقة (ATP) بإستهلاك كميات قليلة من السكر، عند خلايا الخميرة في الوسط اللاهوائي، لذا تكون كتلة الخميرة المتشكلة قليلة بسبب عدم حدوث الأكسدة الخلوية على مستوى الميتوكوندري الذي يكون غير متطورا.

إجابة التمرين 62

1 — قبل (ز1) اي قبل إضافة الغلوكوز نلاحظ ثبات في تركيز الـ O_2 في الوسط.
بعد (ز1) اي بعد إضافة الغلوكوز نلاحظ إنخفاض في تركيز الـ O_2 في الوسط.

التفسير: • قبل (ز1) اي قبل إضافة الغلوكوز :إنعدام مادة الأيض (الغلوكوز) فانعدام التفاعلات التنفسية رغم وجود الـ O_2 حيث لا يستهلك هذا الأخير.

- بعد (ز1) اي بعد إضافة الغلوكوز :توفرت مادة الأيض وبوجود الـ O_2 تنطلق التفاعلات التنفسية فينقص تركيز الـ O_2 في الوسط.



2 — $C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2 \xrightarrow{\text{إنزيمات}} 12H_2O + 6CO_2 + 38ATP$

3 — أ – رسم تخطيطي للميتوكوندري مع البيانات راجع التمرين 44 أو إجابة التمرين 72.

ب – من ز0 إلى قبل ز2 : يبقى تركيز الـ O_2 ثابتا في الوسط قبل وبعد إضافة الغلوكوز مما يدل على عدم إستهلاكه من قبل الميتوكوندري اذا الميتوكوندري لا تعمل.

- بعد إضافة حمض البيروفيك في ز2: نلاحظ تناقص معتبر لكمية الـ O_2 في الوسط دلالة على إستهلاكه من قبل الميتوكوندري اذا الميتوكوندري تعمل.

الإستنتاج: لا تستطيع الميتوكوندري إستخدام الغلوكوز مباشرة كمادة أيضية و لكنها قادرة على إستعمال حمض البيروفيك.

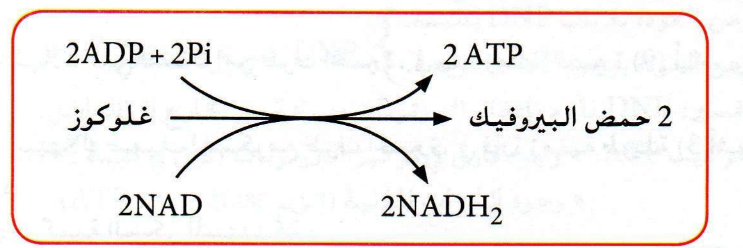
- لابد إذا من تحويل الغلوكوز إلى حمض البيروفيك قبل إستخدامها من قبل الميتوكوندري أو لتتمكن الميتوكوندري من إستخدامها.

4 — أ – إن الاختلاف في البنية يدل على الإختلاف في الوظيفة فإرتفاع نسبة البروتينات في الغشاء الداخلي دلالة على أن نشاط هذا الغشاء أكبر من نشاط الغشاء الخارجي.

ب – نعم.

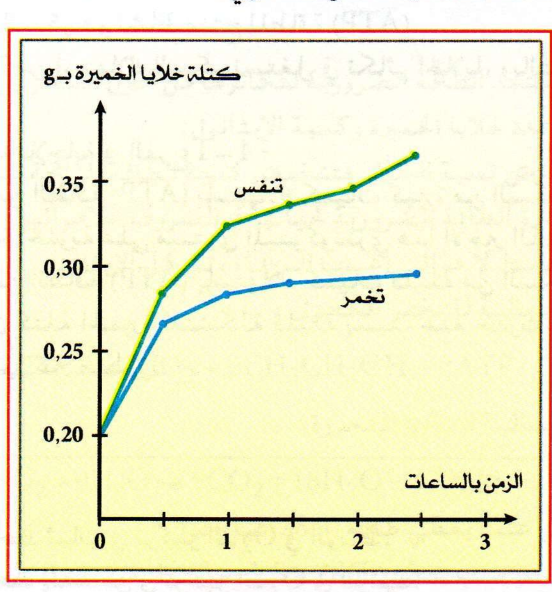
- غياب الغلوكوز في الحشوة دلالة على أنه ليس مادة أيضية مباشرة للميتوكوندري.
- وجود حمض البيروفيك في الحشوة يدل على أنه المادة الأيضية المستهلكة من قبل الميتوكوندري.
- وجود الغلوكوز و حمض البيروفيك في الهيالوبلازم دلالة على تحول الغلوكوز إلى حمض البيروفيك فيها قبل إستعماله من قبل الميتوكوندري.

جـ –



يطلق على هذه التفاعلات بالتحلل السكري.

5 — أ –



ب – الظاهرة المرتبطة بتطور كتلة الخميرة في العينة 1 هي : التنفس الهوائي

الظاهرة المرتبطة بتطور كتلة الخميرة في العينة 2 هي: التخمر الكحولي

جـ – في العينة 1 أي التنفس الهوائي ← التفكك تام ← الطاقة الناتجة كبيرة زيادة معتبرة في كتلة الخميرة.

في العينة 2 أي التخمر ← التفكك جزئي ← الطاقة الناتجة ضعيفة زيادة طفيفة في كتلة الخميرة.

إجابة التمرين 63

1 – مصدر كل من CO_2 والإيثانول هو الغلوكوز
إسم الظاهرة: التخمر الكحولي

2 – $$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{إنزيمات}} 2CH_3CH_2OH + 2CO_2 + 2ATP$$

3 – يحتوي السائل على كل العناصر التي توفر شروط حدوث الظاهرة مثل: الإنزيمات، Pi ،ADP ،ATP ...

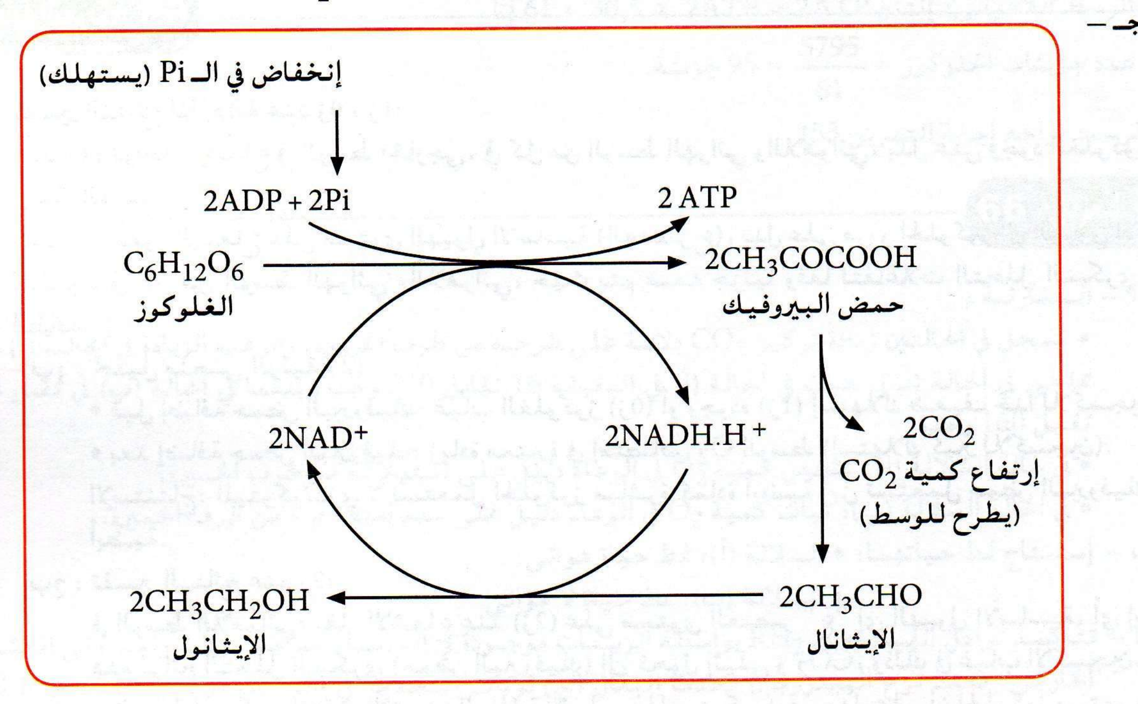
4 – أ – ترتبط Pi بالـ ADP بوجود طاقة وتشكل الـ ATP:

$$ADP + Pi + E \xrightarrow{\text{ATPase سنتاز}} ATP + H_2O$$

ب – مصدر H_3PO_4 (Pi) هو إماهة الـ ATP:

$$ATP + H_2O \xrightarrow{\text{ATPase هيدرولاز}} ADP + H_3PO_4\ (Pi) + \text{طاقة}$$

جـ –



إجابة التمرين 64

1 – تحليل وتفسير المنحنى:

• التحليل : يمثل المنحنى تطور كمية سكر الفواكه ثنائي الفوسفات والـ ATP بدلالة الزمن.

منحنى الـ ATP:

0 – 3 د: تناقص في كمية الـ ATP إلى القيمة 5 – وحدة إعتبارية.

3 – 8 د: تزداد كمية الـ ATP من القيمة 5 – إلى القيمة 5 + وحدة إعتبارية.

منحنى فركتوز ثنائي الفوسفات:

0 – 7 د: زيادة في كمية الفركتوز ثنائي الفوسفات بمرور الزمن حتى تصل إلى القيمة 23 وحدة إعتبارية.

7 – 10 د : تناقص في كمية الفركتوز ثنائي الفوسفات حتى تصل إلى القيمة 7 وحدة إعتبارية.

بعد 10 د: ثبات كمية الفركتوز ثنائي الفوسفات.

• التفسير: خلال عملية التحلل السكري، تتم عملية فسفرة الغلوكوز إلى فركتوز ثنائي الفوسفات بإماهة جزيئتين من الـ ATP لكل جزيئة غلوكوز، وهو ما يفسر تناقص ATP من جهة وتزايد فركتوز ثنائي الفوسفات



من جهة أخرى.

• بعد ذلك (7 دقائق)، يتحلل فركتوز ثنائي الفوسفات إلى حمض البيروفيك وتتم فسفرة 4 جزيئات ADP إلى 4 جزيئات ATP وهو ما يبين تزايد ATP وتناقص فركتوز ثنائي الفوسفات.

2 — إسم العملية : التحلل السكري.

3 — أ - تفسير النتائج : إن حمض الليمون $[C_6H_8O_7]$ فقد جزيئة CO_2 و$[2H]$ إلتقطها أزرق الميثيلين مما أدى إلى إرجاعه وبالتالي زوال لونه، ونتيجة لذلك تم تشكل حمض السيتوغلوتاريك $[C_5H_6O_5]$.

• إسم العملية :أكسدة حمض الليمون الى حمض السيتوغلرتاريك.

ب – الـمعادلة: $C_6H_8O_7 + BM^+ \longrightarrow C_5H_6O_5 + BMH.H^+ + CO_2$

جـ – دورة حمض الليمون كريبس (راجع التمرين 49).

د – فائدة الدورة السابقة بالنسبة للخلية: تحويل معظم الطاقة من حموض حلقـة كريبس إلى كل من $NADH_2$ و $FADH_2$ وجزئيا في الـ ATP.

إجابة التمرين 65

أ – تفسير النتائج الملاحظة عند ز0 ، ز1:

عند ز0 : تواجد الإشعاع في الوسط الخارجي، في كل من الوسط الهوائي واللاهوائي، يدل على وجود الغلوكوز المشع في هذا الوسط.

عند ز1 : ظهور الإشعاع على مستوى الهيولي الأساسية (العنصر ع)، يدل على مرور الجلوكوز إلى الهيولي الأساسية للخميرة في كل من الوسط الهوائي واللاهوائي، حيث يتم هدمه جزئيا وفقا لتفاعلات التحلل السكري لإنتاج الطاقة.

ب – ب1 : تحليل منحنى الوثيقة 2:

• قبل إضافة حمض البيروفيك: غياب الغلوكوز (ز0) أو وجوده (ز1) إستهلاك ضعيف جدا للأكسجين.
• بعد إضافة حمض البيروفيك: زيادة معتبرة في إمتصاص O_2 الوسط (إستهلاك كبير للأكسجين).

الإستنتاج: الميتوكوندري لا تستعمل الجلوكوز مباشرة كمادة أيضية، بل تستعمل حمض البيروفيك كمادة أيضية.

ب2 : تفسير النتائج عند ز2:

في الوسط اللاهوائي: بقاء الإشعاع عند (ز2) على مستوى العنصر "ع" إي الهيولى الأساسية، أي إستمرار هدم نواتج التحلل السكري (حمض البيروفيك) إلى كحول إثيلي و CO_2، وذلك في غياب الأكسجين.

في الوسط الهوائي: إنتقال الإشعاع إلى المادة الأساسية للميتوكوندري، يدل على ان الجلوكوز يستمر هدمه في الميتوكوندري، بعد تحوله في الهيولى الأساسية إلى حمض البيروفيك، وذلك وفقا لتفاعلات الأكسدة الخلوية.

ب3: مصير نواتج الظاهرة في الخلية عند (ز2) من الوثيقة 2

في الوسط اللاهوائي: تحول حمض البيروفيك إلى إيثانول و CO_2، في الهيولي الأساسية في غياب الـ O_2، وذلك:

$$2\,CH_3-CO-COOH \xrightarrow{\text{إنزيمات نازعة لـ } CO_2} 2\,CH_3-CH_2OH + 2CO_2$$

$2NADH.H^+ \rightarrow 2NAD^+$

في الوسط الهوائي: بوجود الاكسجين، يدخل حمض البيروفيك إلى المادة الأساسية للميتوكوندري، ويستمر هدمه (أكسدة خلوية) وفق التفاعلات التالية :

– تحول حمض البيروفيك إلى أستيل قرين الأنزيم أ

$$2CH_3-CO-COOH + 2CoA-SH \longrightarrow 2CH_3-CO-S-CoA + 2CO_2$$

$2NAD^+ \rightarrow 2NADH.H^+$



– الدخول في حلقة كريبس.

$$2CH_3-CO-S-CoA + 4H_2O \xrightarrow[10T \rightarrow 10TH_2]{2ADP+2Pi \rightarrow 2ATP} 4CO_2$$

– الفسفرة التأكسدية.

$$6O_2 + 12TH_2 + 34ADP + 34Pi \xrightarrow{\text{إنزيمات}} 12H_2O + 12T + 34ATP$$

جـ – الكمية المستهلكة من جزيئات الجلوكوز في الوسط الهوائي:

الوسط الهوائي: إنتاج 38ATP = 38ATP x 30,5 kj = 1159 kj

عدد جزيئات الجلوكوز = $\frac{5795}{1159}$ = 5 جزيئات.

– عدد جزيئات الجلوكوز المستهلكة في اللاهوائي:

الوسط اللاهوائي: إنتاج 2ATP = 2ATP x 30,5 = 61 kj

عدد جزيئات الجلوكوز = $\frac{5795}{61}$ = 95 جزيئة.

د – الرسم: (راجع إجابة التمرين 53)

إجابة التمرين 66

1 — أ – المقارنة :

• نسجل في الحالتين زيادة تركيز CO_2 دلالة على طرحه من طرف الخميرة، وان هذه الزيادة في الحالة (أ) أكثر مما هي في الحالة (ب). حيث في الحالة (أ) في الدقيقة 16 تقابل 330 وحدة، بينما في الحالة (ب) في نفس المدة تقابل 160 وحدة.

• في حالة السلالة (أ): تناقص كمية O_2 في الوعاء دليل على أستهلاكه من طرف الخميرة.

• في الحالة السلالة (ب): ثبات كمية O_2 في الوعاء دليل على عدم إمتصاصه من طرف الخميرة.

ب – إستنتاج نمط حياتهما: • السلالة (أ): نمط حياة هوائي.

• السلالة (ب): نمط حياة لا هوائي.

2 — أ – تتاكسد نواقل الهيدروجين RH_2 بواسطة أنزيمات موجودة في الغشاء الداخلي ولا تتواجد على الغشاء الخارجي. فعند نزع الهيدروجين يحدث إنتقال البروتونات المتجمعة في الحيز الموجود بين الغشائين الى المادة الاساسية عبرالكرات المذنبة تسمح بتشكل ATP.

الإستنتاج: مقر التفاعلات الكيميائية لأكسدة المركبات المرجعة وإنتاج الـ ATP هو الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

ب – التفاعل الذي يؤدي إلى أكسدة النواقل: $RH_2 \xrightarrow{\text{أنزيم}} R + 2H^+ + 2e^-$

التفاعل الذي يؤدي إلى الفسفرة التأكسدية: $ADP + Pi \xrightarrow{ATPase} ATP + H_2O$

جـ – الرسم التخطيطي (راجع التمرين 53).

3 — أ – المقارنة: ظهور مستعمرات السلالة (أ) بحجم أكبر من مستعمرات السلالة (ب) هذا يعني أن نمو وتكاثر السلالة (أ) أكبر من نمو وتكاثر السلالة (ب).

ب – تعليل النتائج: النمو والتكاثر السريع لمستعمرات السلالة (أ) راجع لإستعمالها للأكسجين في أكسدة المركبات المرجعة بشكل كلي وبالتالي إنتاج كمية كبيرة من الـ ATP (طاقة حيوية) التي سمحت بتكاثر هذه السلالة. في حين النمو البطئ للسلالة (ب) راجع إلى الأكسدة الجزئية للمركبات المرجعة وبالتالي إنتاج كمية قليلة من الـ ATP التي أدت إلى تكاثرها ببطؤ.

4 — الحصيلة الطاقوية : (راجع التمرين 55).



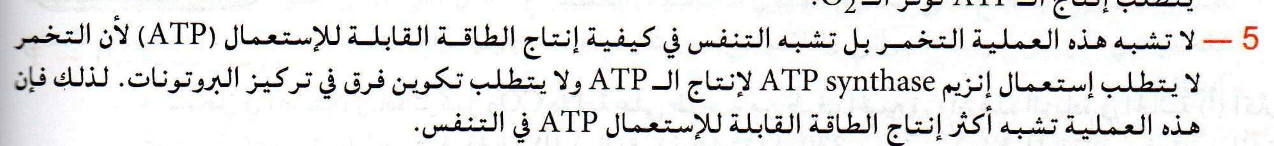
إجابة التمرين 67

1 — الرسم التخطيطي: (لاحظ الرسم المجاور).

2 — دور البروتين هو: العمل كمضخة لإدخال البروتونات عكس تدرج التركيز لإحداث فرق في تركيزها. وهذا الإدخال يتطلب طاقة تستمد في هذه الحالة من الضوء. أي ان البروتين هو مضخة للبروتونات تعمل بالطاقة الضوئية.

3 — نعم حيث تركيب الـ ATP تم بواسطة إنزيم ATPsynthase إنطلاقا من ADP و Pi حيث يقوم الأنزيم بتشكيل رابطة كيميائية بين ADP و Pi بإستعمال طاقة تستمد من حركة البروتونات عبر هذا الإنزيم حسب تدرج التركيز (نظرية ميتشل).

4 — إن توفر الـ O_2 في التنفس كان لغرض إستقبال الإلكترونات القادمة من المرافقات الإنزيمية لإنتقالها عبر السلسلة التنفسية. هذا الإنتقال يتسبب في إحداث زيادة في تركيز البروتونات H^+ الذي يستعمل لتركيب الـ ATP. إحداث فرق التركيز في التجربة تم بدون الحاجة إلى الـ O_2 لذلك لا يتطلب إنتاج الـ ATP توفر الـ O_2.



5 — لا تشبه هذه العملية التخمر بل تشبه التنفس في كيفية إنتاج الطاقة القابلة للإستعمال (ATP) لأن التخمر لا يتطلب إستعمال إنزيم ATP synthase لإنتاج الـ ATP ولا يتطلب تكوين فرق في تركيز البروتونات. لذلك فإن هذه العملية تشبه أكثر إنتاج الطاقة القابلة للإستعمال ATP في التنفس.

إجابة التمرين 68

أ — 1 — المقارنة في الوسط (1).

الوسط	1	2
عدد الخلايا المتشكلة	زيادة معتبرة في العدد	زيادة ضعيفة في العدد
كمية الطاقة الناتجة على شكل ATP	كمية أكبر بـ 19 مرة (38 جزيئة ATP)	كمية قليلة (2ATP)

2 — التفسير: في الوسط (1) التفكك تام ← الطاقة الناتجة كبيرة ← زيادة معتبرة في عدد خلايا الخميرة (التكاثر نشيط).

في الوسط (2) التفكك جزئي ← الطاقة الناتجة ضعيفة ← زيادة ضعيفة في عدد خلايا الخميرة (التكاثر ضعيف).

ب — 1 — العضية "م" هي الميتوكوندري - الرسم: (راجع التمرين 44).

2 — في خلية الشكل (1) وجود عدد كبير من الميتوكوندري النامية.

في خلية الشكل (2) وجود عدد قليل من الميتوكوندري الضامرة.

3 — هذا الإختلاف يعود إلى طبيعة الوسط الذي تعيش فيه الخميرة. هل هو هوائي أم لا هوائي.

4 — • اخذت خلية الشكل (1) من الوسط الهوائي (1).

• اخذت خلية الشكل (2) من الوسط اللاهوائي (2).

جـ — 1 — تحليل المنحنى:

• قبل و بعد حقن الغلوكوز: كمية الـ O_2 في الوسط ثابتة دلالة على عدم إستهلاكه من قبل الميتوكوندري

اذا لا تعمل الميتوكوندري.

• بعد حقن حمض البيروفيك: تناقص معتبر لكمية الـ O_2 في الوسط دلالة على إستهلاكه من قبل الميتوكوندري إذا الميتوكوندري تعمل.

2 – الميتوكوندري غير قادرة على إستعمال الغلوكوز مباشرة كمادة أيضية ولكنها قادرة على إستعمال حمض البيروفيك كمادة أيضية.

إجابة التمرين 69

أ – مصدر هذه الإلكترونات هي أكسدة النواقل المرجعة الـ $NADH_2$ والـ $FADH_2$ كمايلي :

$$TH2 \longrightarrow T + 2H^{+} + 2e^{-}$$

ب – 1 – إن Tn_{-1} و Tn يكونا في حالة إرجاع لأنه هناك اكتساب للإلكترونات وعدم القدرة على فقدها. أما Tn_{+1} فيكون في حالة أكسدة لانه يفقد الإلكترونات وغير قادر على إرجاعها.

2 – a – بما أن كل النواقل في حالة إرجاع (–) إذاقام هذا المثبط (أ) بمنع إنتقال الإلكترونات من آخر ناقل إلى الـ O_2 لأن الأكسجين هو المستقبل الاخير للإلكترونات.

b – عند إستخدام المثبط (ب) نلاحظ كل النواقل في حالة أكسدة (+) ما عدا NAD والـ FAD في حالة إرجاع (–)، إذا FAD و NAD يقعان قبل تأثير المثبط والباقي بعد تأثير المثبط.

NAD, FAD } ⊣ ⟶ T_1 T_3, T_2 T_4 } ⊣ ⟶ O_2

المثبط ب — المثبط أ

– عند إستخدام المثبط (جـ) نلاحظ كل النواقل في حالة إرجاع (–) ما عدا T_2 فإنه في حالة أكسدة (+) إذا إنه آخر ناقل في الغشاء و يقع قبل الـ O_2.

NAD, FAD } ⟶ { T_1 T_3, T_4 } ⊣ ⟶ T_2 ⟶ O_2

المثبط جـ

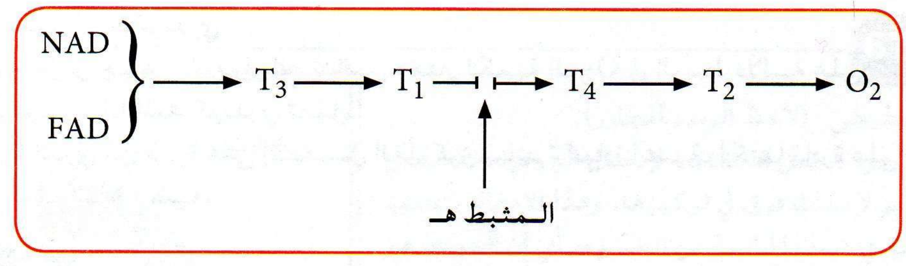
– إستخدام المثبط (د) فإن T_1 و T_2 و T_4 تكون في حالة أكسدة (+) تقع بعد تأثير المثبط (د) أما T_3 و NAD وFAD في حالة إرجاع (–) تقع قبل تأثير المثبط (د).

NAD, FAD } ⟶ T_3 ⊣ ⟶ T_1, T_4 } ⟶ T_2 ⟶ O_2

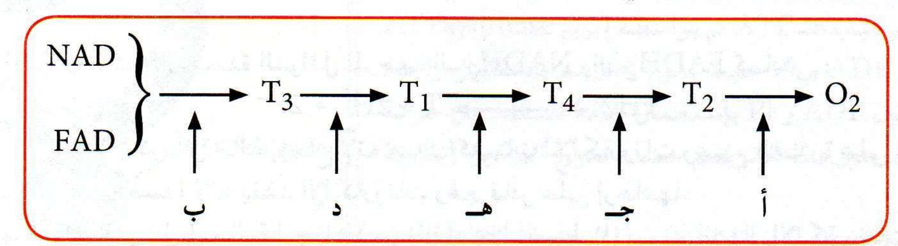
المثبط د

– عند إستخدام المثبط (هـ) فإن T_1 ، FAD ،NAD و T_3 في حالة إرجاع (–) تقع قبل تأثير المثبط والنواقل الأخرى في حالة أكسدة (+) تقع بعد تأثير المثبط.





إذا ترتيب تدخل النواقل كمايلي:



c – إن حركة الإلكترونات في السلسلة التنفسية تلقائي من كمون أكسدة وإرجاع منخفض إلى مرتفع محررة طاقة لذا يتوضع الـ NAD قبل الـ FAD.

$$NAD \rightarrow FAD \rightarrow T_3 \rightarrow T_1 \rightarrow T_4 \rightarrow T_2 \rightarrow O_2$$

3 – a – المثبط (أ) هو الذي لعب دور السيانور.

- عند إستخدام السيانور تتوقف حركة الإلكترونات.
- غياب حركة الإلكترونات لا يتولد فرق في تدرج تركيز البروتونات فلا يتشكل الـ ATP.

b – عند إستخدام الدنتروفينول: هناك حركة للإلكترونات ولكن لا يتشكل الـ ATP لأنه لا يتشكل فرق في تدرج تركيز البروتونات.

– أما عند إستخدام الأوليغوميسين: هناك حركة للإلكترونات ولكن لا يتشكل ATP رغم تشكل فرق في تدرج تركيز البروتونات وذلك لغياب إنزيم الـ ATPase سنتاز (الكريات المذنبة).

c – شروط تشكل الـ ATP:

- وجود فرق في تدرج تركيز البروتونات.
- وجود الكريات المذنبة (ATPase) وسلامة الغشاء.

إجابة التمرين 70

I – 1 – وضع البيانات: 1 ـ ميتوكوندري. 2 ـ نواة. 3 ـ هيولي (هيالوبلازم). 4 ـ فجوة.

2 – المقارنة بين النتائج التجريبتين في الوسطين:

أوجه المقارنة	الوسط الهوائي	الوسط اللاهوائي
1 ـ الميتوكوندريات	عديدة ونامية	قليلة وضامرة
2 ـ كمية ATP المتشكلة	كبيرة نسبيا	قليلة جدا
3 ـ المردود	عالي	ضعيف
4 ـ كمية الإيثانول المتشكلة	آثار	كبيرة نسبيا

3 – الظاهرة الفيزيولوجية التي تحدث في كل وسط :

- في الوسط الهوائي: ظاهرة التنفس.
- في الوسط اللاهوائي: ظاهرة التخمر.



التعليل: – التنفس: وجود ميتوكوندريات عديدة و نامية، والكمية العالية من الـ ATP وعدم تشكل الإيثانول.
– التخمر: قلة الميتوكوندريات وغير نامية، وتشكل كمية معتبرة من الإيثانول وكمية قليلة من الـ ATP.
4 – الإستنتاج: مردود التنفس عالي ومردود التخمر ضعيف.
5 – المعادلة الإجمالية لكل ظاهرة :
• ظاهرة التنفس : كبيرة $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \rightarrow 6CO_2 + 12H_2O + E$
• ظاهرة التخمر : ضئيلة $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CO_2 + 2C_2H_5OH + E$

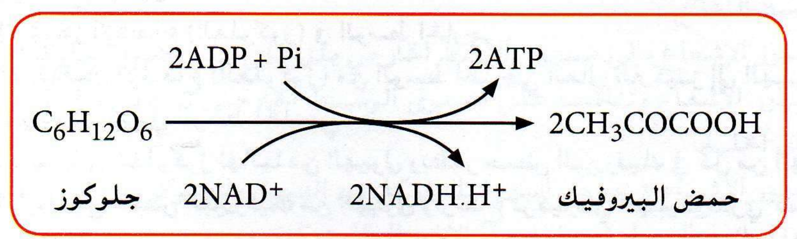
II – 1 – التحليل المقارن للنتائج الممثلة في الشكل "ب" من الوثيقة (2):
• قبل إضافة الأوكسجين للوسط يكون تركيز البروتونات وكمية الـ ATP في الوسط منعدمين.
• عند إضافة الاوكسجين يزداد تركيز البروتونات في الوسط وكمية الـ ATP وبعد ذلك ينخفض تركيز البروتونات تدريجيا في حين يستمر تشكيل الـ ATP ببطؤ.
2 – الإستنتاج: وجود الأوكسجين يسبب تحرير البروتونات الذي ينتج عنه تركيب الـ ATP.
3 – الرسم التخطيطي: (الفسفرة التاكسدية راجع التمرين 53).

إجابة التمرين 71

I – 1 – كتابة البيانات : 1ـ نواة. 2ـ جدار خلوي. 3ـ هيولى. 4ـ فجوة. 5ـ ميتوكوندري. 6ـ جهاز جولجي.
2 – التحليل المقارن:
• الوسط (A): احتواء الخلية على عدد كبير من ميتوكوندري نامية ذات أعراف كثيرة وطويلة.
• الوسط(B): احتواء الخلية على عدد قليل من ميتوكوندري ضامرة ذات أعراف قليلة وقصيرة.
الاستنتاج: – الوسط(A): لا هوائي
– الوسط(B): هوائي.
– نمو وتطور الميتوكوندري مرتبط بطبيعة الوسط هل هو هوائي أو لا هوائي.
3 – أ – تحليل المنحنى: [ز0 – ز1]: يزداد المردود الطاقوي بنسبة قليلة ليصل إلى 2 %.
[ز1 – ز2]: يستمر المردود الطاقوي في الزيادة ليصل إلى حوالي 4 %.
[ز2 – ز3]: تزايد سريع وكبير للمردود الطاقوي ليصل إلى 40 %.
ب – تحديد اسم ومقر التفاعلات :

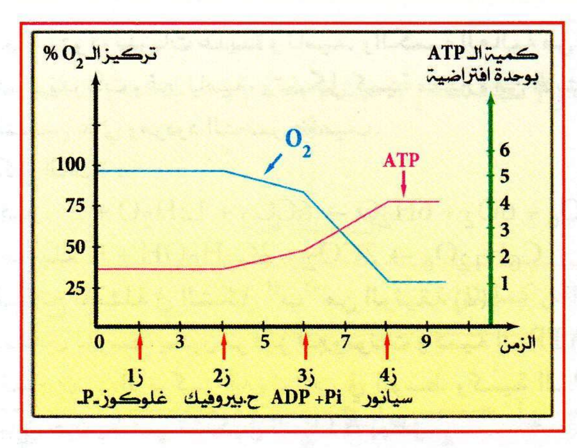
	اسم المرحلة	مقر حدوثها
ز0 – ز1	التحلل السكري	الهيالوبلازم
ز1 – ز2	حلقة كريبس	مادة الأساس للميتوكوندري
ز2 – ز3	الفسفرة التأكسدية	الغشاء الداخلي للميتوكوندري

جـ – المعادلة الإجمالية للتحلل السكري:



4 – أ – رسم المنحنى البياني:





ب – التحليل المقارن:

[ز0 – ز1]: إضافة الجلوكوز: ثبات تركيز الـ O_2 (عدم استهلاكه)، ثبات تركيز الـ ATP (عدم إنتاجه).

[ز1 – ز2]: بقي تركيز الـ O_2 ثابتا ومرتفعا كما بقي تركيز الـ ATP ثابتا وقليلا رغم إضافة الجلوكوز المفسفر.

[ز2 – ز3]: إضافة حمض البيروفيك: استهلاك كمية قليلة من الـ O_2 وإنتاج كمية قليلة من الـ ATP.

[ز3 – ز4]: إضافة الـ ADP + Pi : استهلاك كميات كبيرة من الـ O_2 وإنتاج كميات كبيرة من الـ ATP.

عند ز4: إضافة السيانور: ثبات تركيز الـ O_2 (توقف الاستهلاك)، ثبات الـ ATP (توقف الإنتاج).

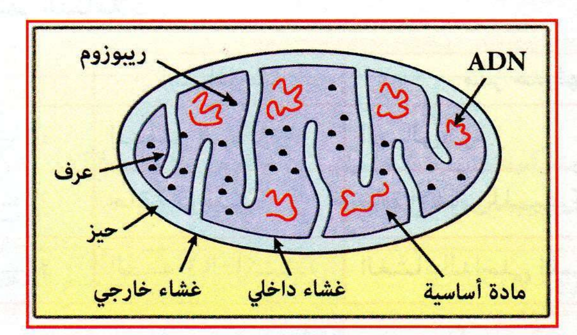
جـ – المعلومات المستخلصة:

- الميتوكوندري لا تستعمل الجلوكوز مباشرة وتستعمل حمض البيروفيك بشكل مباشر كمادة أيضية.
- ADP،Pi يحفز استهلاك O_2 وإنتاج ATP (تنشيط الفسفرة التأكسدية).
- وجود مواد مثل السيانور مثبطة للفسفرة التأكسدية.

إجابة التمرين 72

I – 1 – التعرف على البيانات: • البنية A: الهيالوبلازم • البنية B: ميتوكندري

2 – رسم تخطيطي للميتوكوندري :



II – 1 – أ – تحليل نتائج الجدول :

في ز0: تمركز الإشعاع (الغلوكوز) في الوسط الخارجي.

في ز1: انتقال الإشعاع (الغلوكوز) من الوسط الخارجي العالي التركيز إلى الهيولى، فيزداد التركيز في الهيولى ويتناقص في الوسط الخارجي.

في ز2: يختفي الغلوكوز نهائيا من الهيولى ويظهر حمض البيروفيك في كل من الهيولى والميتوكوندري.

في ز3: يختفي حمض البيروفيك من الهيولى وارتفاع تركيزه في الميتوكوندري كما يظهر CO_2 المشع في الوسط الخارجي.

في ز4: اختفاء حمض البيروفيك من الميتوكندري ويزداد تركيز غاز CO_2 في الوسط الخارجي.



ب – تفسير النتائج :
• ينفذ الغلوكوز إلى الخلية ويتحول في الهيالوبلازم إلى حمض البيروفيك.
• ينتقل حمض البيروفيك إلى الميتوكوندري بوجود الأكسجين ويتحول إلى مركبات حلقة كريبس.
• ينتزع من مركبات حلقة كريبس غاز CO_2 ويطرح إلى الخارج.
جـ – التفاعل الإجمالي للظواهر التي تحدث على مستوى الوسطين A و B:
• في الوسط A : تحدث عملية التحلل السكري:

$$C_6H_{12}O_6 + 2ADP + 2Pi + 2NAD^+ \rightarrow 2CH_3CO\,COOH + 2ATP + 2NADH.H^+$$

• في الوسط B : تحدث عملية الهدم الكلي لحمض البيروفيك على مستوى المادة الأساسية للميتوكوندري، إذ يلاحظ أنه بعد دخول حمض البيروفيك إليها وتحوله إلى أستيل مرافق الإنزيم "أ"، يستمر الهدم التدريجي بتدخل إنزيمات نازعات الهيدروجين ونازعات الفحم، في دورة تعرف بحلقة حمض الخل Acide Citrique أو حلة كريبس.

$$2CH_3COCOOH + 10T + 6H_6O + 2ADP + 2Pi \longrightarrow 6CO_2 + 10TH2 + 2ATP$$

2 – أ – تفسير النتائج: تتأكسد نواقل الهيدروجين RH_2 بواسطة إنزيمات موجودة على الغشاء الداخلي وذلك بنزع الهيدروجين منها واخرمن يستقبلها هوالـ O_2 فتحرر طاقة نتيجة هذه الحركة تقوم بضخ البروتونات من الحشوة الى الحيز الموجود بين الغشاءين (نقل فعال) ثم انتقال الـ H^+ المتجمعة في الحيز بين الغشاءين عبر الكريات المذنبة باتجاه الحشوة حسب تدرج التركيز تحرر طاقة تسمح بإنتاج الـ ATP.
ب – التفاعل الذي يؤدي إلى أكسدة النواقل HR_2.

$$RH.H^+ \xrightarrow{\text{أنزيم}} R^+ + 2H^+ + 2e^-$$

– التفاعل الذي يؤدي إلى الفسفرة التأكسدية: إن انتقال الالكترونات عبر السلسلة التنفسية وتشكل ATP ظاهرتان مترافقتان يطلق عليهما اسم الفسفرة التأكسدية.

$$ADP + Pi + RH_2 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow ATP + H_2O + R$$

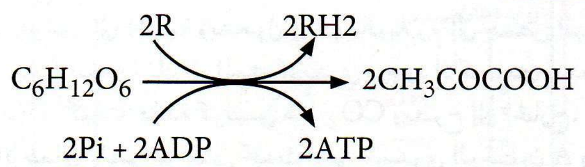
إجابة التمرين 73

I – 1 – أ – التعرف على العناصر: س: الهيالوبلازم، ع: ميتوكوندري.
ب – تحليل المنحنى: – قبل وبعد ز1 رغم إضافة الغلوكوز: ثبات تركيز الأكسجين في الوسط.
– في ز2 بعد إضافة حمض البيروفيك: تناقص معتبر وسريع لتركيز الأكسجين في الوسط.
الاستنتاج: الميتوكوندري غير قادرة على استعمال الغلوكوز مباشرة كمادة ايضية بل يستعمل حمض البيروفيك.
جـ – الرسم التخطيطي لما فوق بنية الميتوكوندري : (راجع إجابة التمرين 72)
2 – تحليل وتفسير النتائج :
عند ز0: ظهور الإشعاع على مستوى الوسط الخارجي يدل على عدم نفاذية الغلوكوز إلى الخلية.
عند ز1: ظهور الإشعاع وتناقصه على مستوى الوسط الخارجي ثم ظهوره في الهيولى يدل على نفاذية الغلوكوز إلى الخلية.
عند ز2: ظهور الإشعاع في حمض البيروفيك في كل من الهيولى والميتوكوندري يدل على تحول الغلوكوز إلى حمض البيروفيك في الهيولى ثم دخول هذا الأخير إلى الميتوكوندري.
عند ز3: ظهور حمض البيروفيك المشع على مستوى الميتوكوندري ثم ظهور CO_2 المشع في الوسط الخارجي يدل على تحويل (هدم) حمض البيروفيك إلى CO_2 الذي يطرحه في الوسط الخارجي.

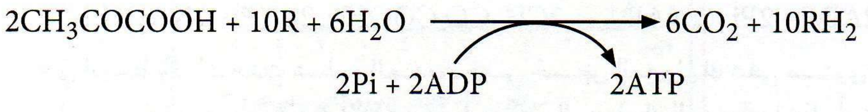


II — 1 – تكملة بيانات التفاعلات:

التفاعل رقم 1:



التفاعل رقم 2:



التفاعل رقم 3:

$$12RH_2 + 6O_2 \longrightarrow 12R + 12H_2O$$

34Pi + 34 ADP → 34 ATP

2 – الأسماء المناسبة للكل تفاعل مع تحديد المقر:

- التفاعل 1: التحلل السكري ومقره الهيولى.
- التفاعل 2: الأكسدة الخلوية (تشكل أستيل كو إنزيم أ + حلقة كريبس) ومقرها حشوة الميتوكوندري.
- التفاعل 3: الفسفرة التأكسدية ومقرها الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

3 – تحديد التفاعل: التفاعل رقم (3).

4 – الفسفرة التأكسدية. (راجع التمرين 53)

5 – الحصيلة الطاقوية : • من التفاعل رقم 1: 2ATP
- من التفاعل رقم 2: 2ATP
- من التفاعل رقم 3: ATP34

المجموع : ATP 38

إجابة التمرين 74

I — 1 – يمثل المنحنى تغيرات قيمة PH الوسط بدلالة الزمن والتغيرات الناتجة من إضافة كل من الـ O_2 والـ DNP عليها.

- قبل إضافة الـ O_2 : PH الوسط =7 حيث يتساوى تركيز البروتونات على جانبي الغشاء الداخلي.
- بعد إضافة الـ O_2 : انخفاض سريع لقيمة الـ PH إلى القيمة 1 نتيجة خروج البروتونات عبر المضخات (معقدات بروتينية) من الحشوة إلى الحيز بين الغشاءين نتيجة أكسدة النواقل المرجعة الموجودة في الحشوة على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري بوجود الـ O_2 إنه النقل الموضعي (الفعال). ثم العودة التدريجية إلى الـ PH الأصلي 7 نتيجة إعادة دخول البروتونات ولكن عبر الكريات المذنبة وحسب تدرج التركيز .
- بعد إعادة إضافة الـ O_2 : انخفاض سريع لقيمة الـ PH إلى القيمة 1 ثم العودة التدريجية إلى الـ PH الأصلي وأثناء العودة عند حقن الـ DNP نلاحظ العودة السريعة لقيمة الـ PH إلى 7 نتيجة دخول البروتونات عبر الغشاء وليس عبر الكريات المذنبة.

الاستنتاج : في الحالة الطبيعية :

- لايمكن للبروتونات أن تخرج من الحشوة إلا عبر المعقدات البروتينية (المضخات) عكس تدرج التركيز وتتطلب طاقة (نقل فعال).
- لايمكن للبروتونات أن تدخل إلى الحشوة إلا عبر الكريات المذنبة (أنزيم الـ ATPase) حسب تدرج التركيز ولاتتطلب طاقة حيث يتشكل الـ ATP.

2 – الآلية التي تسمح بالتدرج في تركيز البروتونات بين الحيز بين الغشاءين والمادة الأساسية للميتوكوندري: هي انتقال الالكترونات من $NADH.H^+$ إلى O_2 عبر سلسلة من النواقل (السلسلة التنفسية) يؤدي إلى تحرير طاقة تسمح بنقل موضعي للـ H^+ وذلك بضخه نحو الحيز بين الغشاءين عبر المضخات.



3 – نعم: إن فسفرة ADP إلى ATP تتم على مستوى الكريات المذنبة بتدخل أنزيم ATP Synthase، غير أن تحفيز هذا الإنزيم لا يتم سوى بانتقال البروتونات عبر الكرية المذنبة حسب منحدر التركيز بعد تكون فرق في تدرج تركيز البروتونات نتيجة ضخ البروتونات عبر المضخات وهذا الانتقال يهدف إلى أحداث توازن ديناميكي في تركيز البروتونات على جانبي الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

II – 1 – شرح ثبات نسبة الأوكسجين:

- [ز0 – ز1] رغم توفر الـ O_2 الذي يعتبر المستقبل النهائي للالكترونات الناتجة من أكسدة النواقل المرجعة ($NADH.H^+$، $FADH_2$) التي تعمل على إرجاع O_2 ثم بعد ذلك يشكل الماء مع البروتونات، إلا أن غياب مادة ألايض يؤدي إلى نفاذ النواقل المرجعة مما يؤدي إلى عدم استهلاك الـ O_2.
- بعد ز2 عند إضافة مادة سيانور البوتاسيوم (الذي يثبط المعقد (VI) من السلسلة التنفسية) يحدث توقف السلسلة التنفسية أي يتوقف انتقال الالكترونات التي ترجع الأكسجين فلا يستهلك هذا الاخير.

2 – عند إضافة حمض الليمون تتدخل أنزيمات نازعات الهيدروجين ونازعات الكربون لنزع CO_2 وإرجاع FAD والـ NAD^+ خلال حلقة كريبس لتشكيل $FADH_2$ والـ $NADH.H^+$ التي تتأكسد بوجود الأكسجين خلال الفسفرة التأكسدية فتشكل الماء.

III – أ – المعلومات المستخرجة من الوثيقة 3:

- تمثل الوثيقة 3 السلسلة التنفسية على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري.
- تتكون السلسلة التنفسية من 4 معقدات وناقلين صغيرين متحركين، وكرية مذنبة.
- المعقدات الثلاثة الكبيرة (IV.III.I) هي القادرة على ضخ البروتونات نحو الحيز الموجود بين الغشاءين.
- المعقد (I) مسؤول على أكسدة $NADH.H^+$.
- أما المعقد (II) مسؤول عن أكسدة $FADH_2$.
- الكرية المذنبة مسؤولة عن إدخال البروتونات وفق تدرج التركيز وتركيب الـATP انطلاقا من Pi وADP.

ب – المعلومات المستخرجة من الوثيقة (4):

- تنتقل الالكترونات من كمون منخفض إلى كمون مرتفع محررة طاقة.
- دور البروتينات (المعقدات): تخزن الطاقة على شكل ATP.
- المستقبل الأخير للالكترونات هو الاكسجين فتقوم بإرجاعه ثم تشكيل الماء بوجود البروتونات.
- أكسدة جزيئة من الـ $NADH.H^+$ تشكل ثلاث جزيئات من الـ ATP.
- أكسدة جزيئة من الـ $FADH_2$ تشكل جزيئتين من الـ ATP.

إجابة التمرين 75

I – 1 – إستعمل البكتيريا كمقياس حيوي (جهاز) لمعرفة تركيز الـ O_2 وبالتالي تحديد شدة التركيب الضوئي.



- فالعلاقة بين عدد البكتيريا وكمية الـ O_2 المنطلقة (شدة التركيب الضوئي) طردية.

2 – التحليل: تجمع عدد كبير من البكتيريا في كل من منطقة : الإشعاعات الحمراء، الإشعاعات البنفسجية والإشعاعات الزرقاء.

الإستنتاج: الأشعة الفعالة في عملية التركيب الضوئي هي الواقعة في المجال: البنفسجي، الأزرق والأحمر.

3 – نعم تتفق مع معارفي المكتسبة.

حيث نلاحظ أن الإشعاعات الأكثر أهمية (فعالية) في عملية التركيب الضوئي هي الإشعاعات الطرفية.

4 – المعادلة الإجمالية:

- الظاهرة البيولوجية التي تقوم بها الأشنة هي التركيب الضوئي إضافة إلى التنفس والمعادلة الإجمالية



للتركيب الضوئي هي :

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$$

• الظاهرة البيولوجية التي تقوم بها البكتريا هي التنفس و معادلتها الإجمالية كمايلي:

$$C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2 \xrightarrow{\text{إنزيمات}} 6CO_2 + 12H_2O + 38ATP$$

II — التحليل: إن كمية السكر المستهلكة من قبل الخميرة في الوسط الهوائي أكبر من كمية السكر المستهلكة في الوسط اللاهوائي رغم أن مدة التجربة أقصر في الوسط الهوائي (9 أيام) من الوسط اللاهوائي (3 أشهر).

• كما أن كتلة الخميرة المتشكلة في الوسط الهوائي أكبر منها في الوسط اللاهوائي بحوالي 8 أضعاف.

التفسير: قامت الخميرة في الوسط الهوائي بتفكيك تام للغلوكوز فأنتجت كمية كبيرة من الطاقة التي أدت إلى تكاثر سريع ونشيط لخلايا الخميرة مؤدية إلى زيادة معتبرة في كتلة الخميرة. في حين في الوسط اللاهوائي قامت الخميرة بتفكك جزئي للغلوكوز منتجة طاقة جزئية أدت إلى تكاثر ضعيف لخلايا الخميرة مؤدية إلى زيادة طفيفة في كتلة الخميرة.

المعلومات: راجع إجابة التمرين 61.

إجابة التمرين 76

1 — **الشكل I**: إن إنتقال الإلكترونات عبر النواقل حسب كمون الأكسدة والإرجاع للنواقل: إما يتطلب طاقة عندما تنتقل الإلكترونات من كمون أكسدة وإرجاع معينة إلى حالة أقل منها. أو يتحرر عنه طاقة عندما تنتقل الإلكترونات من كمون أكسدة وإرجاع معينة إلى حالة أعلى منها.

إن الآلية الفيزيائية التي تحدد إتجاه نقل الإلكترونات عبر سلسلة التركيب الضوئي من الماء الى المستقبل النهائي وهو $NADP^+$(T^+).

تنتقل الإلكترونات من الماء إلى PSII بصورة تلقائية مع تحرير طاقة لأن كمون الأكسدة والإرجاع للماء هو (+800 ميلي فولط) أقل من كمون الأكسدة والإرجاع لـ PSII (+900 ميلي فولط).

لا يمكن إنتقال الإلكترونات من PSII (+900 ميلي فولط) إلى PSI (+400 ميلي فولط) إلا بوجود طاقة ويتم ذلك بتدخل الفوتونات الضوئية التي تحفز PSII وتنتقل به إلى كمون أكسدة وإرجاع منخفض (−200 ميلي فولط) وهذا ما يسمح بإنتقال الإلكترونات من PSII (−200 ميلي فولط) إلى PSI (+400 ميلي فولط) مع تحرير طاقة.

كذلك تحفز الفوتونات PSI ذو كمون (+400 ميلي فولط) و تنتقل به إلى كمون منخفض (−600 ميلي فولط) مما يسمح للإلكترونات بالإنتقال إلى المستقبل النهائي $NADP^+$ (T^+) عبر النواقل مع تحرير طاقة.

الشكل II: إن إنتقال الإلكترونات من($NADH.H^+/NAD^+$)T^+ (−320 ميلي فولط) إلى غاية الزوج H_2O / O_2 (+820 ملي فولط) تلقائية من كمون أكسدة وإرجاع منخفض إلى مرتفع فتحرر طاقة.

2 — أ – شروط تركيب الـ ATP: • تدرج في تركيز البروتونات. • وجود وسلامة الكريات مذنبة.

ب – تأكيد النتائج: تركيب الـ ATP يتوقف على:

• تدرج في تركيز البروتونات و إنتقالها عبر الكريات المذنبة.

• وجود الـ DNP يجعل غشاء التيلاكويد نفوذ للبروتونات فعدم تشكل تدرج في تركيز البروتونات، اذا عدم تشكل الـ ATP.

3 — أ – قبل إضافة الـ O_2: لا يلاحظ تغير في تركيز البروتونات في الوسط الخارجي للميتوكوندري ويعود ذلك لعدم أكسدة الـ $NADPH_2$ لخلو الوسط من الـ O_2.

• بعد إضافة الـ O_2: زيادة في تركيز البروتونات في الوسط الخارجي للميتوكوندري ويعود ذلك لأكسدة النواقل المرجعة $NADPH_2$ لوجود الـ O_2 فخروج البروتونات إلى الوسط الخارجي مؤدية إلى زيادة في تركيزها.

• بإنتهاء الـ O_2 تعود الـ H^+ تدريجيا إلى داخل الميتوكوندري عبر الكريات المذنبة محررة طاقة تعمل على فسفرة الـ ADP إلى ATP مشكلة مع الأكسجين المرجع الماء لذا يتناقص تركيزها في الوسط الخارجي.



ب – المعلومة المكملة: حركة الإلكترونات عبر نواقل السلسلة التنفسية تسمح بخروج البروتونات عكس تدرج التركيز.

4 – الجدول :

	الميتوكوندري	الصانعة الخضراء
آلية تركيب الـ ATP	• إن التفاعلات المسؤولة عن إنتاج الـ ATP تحدث في مستوى السلسلة التنفسية الموجودة ضمن الغشاء الداخلي للميتوكوندري. • حيث يتسبب إنتقال الإلكترونات عبر النواقل إلى إحداث تدرج في تركيز البروتونات بين حيز الغشائين والحشوة. • انتقال هذه البروتونات عبر الكريات المذنبة إلى الحشوة حسب تدرج التركيز تولد طاقة تعمل على فسفرة الـ ADP إلى ATP بوجود أزيم ATP synthetase. $ADP + Pi + E \xrightarrow{ATPase} ATP + H_2O$	• أكسدة الانظمة الضوئية PSI ، PSII بالفوتونات. • إنتقال الإلكترونات من PSII إلى PSI يحرر طاقة تسمح بضخ البروتونات نحو تجويف الكييس هذا من جهة ومن جهة أخرى التحلل الضوئي للماء يؤدي إلى تحرير البروتونات وتراكمها فتتكون تدرج في تركيز البروتونات فخروجها عبر الكريات المذنبة يحرر طاقة يؤدي إلى تشكل الـ ATP بوجود إنزيم ATP synthetase. $ADP + Pi + E \xrightarrow{ATPase} ATP + H_2O$

– 5

التحويلات الطاقوية في خلية ذاتية التغذية

(رسم تخطيطي وظيفي لمكانة الـ ATP في تدفق الطاقة في خلية ذاتية التغذية)

إجابة التمرين 77

1 — البيانات المرقمة: 1 ـ نواة. 2 ـ سيتوبلازم (هيالوبلازم). 3 ـ ميتوكوندري (س). 4 ـ صانعة خضراء (ع).

2 — الإختلاف البنيوي: • وجود الصانعة الخضراء في الكلوريلا وغيابها في خميرة الجعة.

نعم هناك علاقة وهي: • للكلوريلا القدرة على تركيب مواد عضوية (مواد أيضها) ← ذاتية التغذية.

• خميرة الجعة غير قادرة على تركيب مواد الأيض ← غير ذاتية التغذية.

3 — رسم ما فوق بنية الجسيم الكوندري والجسيم الصانع الأخضر. (راجع التمرين 80).

4 — أ – التعليق على وسط الإستنبات: • يحتوي على العناصر المعدنية الأساسية للنمو:

N ، CO_2 ، C ، Fe ، Mg ، S ، K ، P ، O ، H و Mn.

• به مصدر هام لغاز CO_2 هو : ثاني فحمات البوتاسيوم.

• خالي من مواد عضوية (مواد الأيض) أي من مصادر الطاقة.

ب – تفسير النتائج:

• الكلوريلا الخضراء: شروط عملية التركيب الضوئي متوفرة : ماء، أملاح، CO_2 ، يخضور وضوء ← تركيب مواد الأيض ← إنتاج طاقة ← القيام بالوظائف الحيوية مثل النمو و التكاثر ← زيادة في الوزن ← الكلوريلا ذاتية التغذية.

• الخميرة: تفتقر لليخضور ← عدم قدرتها على التركيب الضوئي ← عدم إنتاج مواد الأيض ← عدم قدرتها على القيام بالوظائف الحيوية ← نقص وزنها نتيجة إستهلاكها لمدخراتها ← غير ذاتية التغذية.

• نعم تؤكد نتائج السؤال (2).

5 — أ – إن العنصر "ع" أي الصانعة الخضراء ملونة طبيعيا بالأخضر بوجود الضوء (الملاحظة 4) ويصبح عديم اللون بغياب الضوء (الملاحظة 2)، وعدم تلونها بالأزرق لعدم تشكل النشاء نظرا لغياب CO_2 (الملاحظة الأخيرة).

يتلون العنصر (ع) بالأزرق البنفسجي بوجود الضوء وCO_2 لتوفر جميع شروط صنع النشاء بالتركيب الضوئي (الملاحظة 3).

تلون العنصر (س) وهو الميتوكوندري بأخضر جانوس المدد مما يدل أنها مقر الأكسدة الخلوية (الملاحظة 1).

ب – الظواهر المراد دراستها: • التركيب الضوئي على مستوى العناصر (ع).

• التنفس (الأكسدة الخلوية) على مستوى العناصر (س).

إجابة التمرين 78

1 — أ – تحليل المنحنى (س): • خلال المرحلة المظلمة الأولى ثبات تركيز CO_2 في الوسط.

• خلال المرحلة الضوئية يبقى تركيز CO_2 ثابتا مدة زمنية معينة (أب) ثم يمتص، في المرحلة الظلامية الثانية يستمر إمتصاص CO_2 مدة زمنية (جـ د) ثم ثبات تركيزها في الوسط.

الإستنتاج: إمتصاص (تثبيت) CO_2 يتأثر بالضوء.

تحليل المنحنى (ص): تزايد مستمر و تدريجي لتركيز CO_2 في الوسط رغم تعاقب الظلام والضوء.

الإستنتاج: طرح CO_2 لا يتأثر بالضوء و الظلام.

ب – الظاهرة في (س): تركيب ضوئي (بناء) مقرها الصانعة الخضراء.

الظاهرة في (ص): تنفس (هدم) مقره الهيالوبلازم و الميتوكوندري.

جـ – إن تثبيت CO_2 يتطلب نواتج المرحلة الكيموضوئية.

د – الجزء أ ب : عدم إستهلاك الـ CO_2 رغم وجود الضوء لعدم تشكل بعد نواتج المرحلة الكيموضوئية ($ATP + NADPH_2$).

الجزء جـ د: إستمرار تثبيت CO_2 رغم غياب الضوء لوجود بقايا نواتج المرحلة الكيموضوئية عند تعرضها للضوء قبل نقلها للظلام.



2 — إسم التفاعلات: نزع الكربون، نزع الهيدروجين، تثبيت الـ H على الأوكسجين وتشكل الماء.
نستخلص: • مصدر CO_2 المنطلق هي مادة الأيض. • مصدر هيدروجين الماء هي مادة الأيض.

3 — العلاقة: نواتج التركيب الضوئي هي شروط للتنفس ونواتج التنفس هي شروط التركيب للضوئي.
معادلة التركيب الضوئي:

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

معادلة التنفس:

$$C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2 \xrightarrow{\text{إنزيمات}} 6CO_2 + 12H_2O + 38ATP$$

إجابة التمرين 79

I — 1 – تفسير النتائج : في الوسط 1: نمو الطحالب وتكاثرها في وسط معدني مرتبط بوجود الضوء الضروري لبناء إحتياجات الطحالب (التركيب الضوئي) ... تغذية ذاتية.
في الوسط 2: الضوء غير ضروري لنمو وتكاثر الطحالب لإحتواء الوسط على الغلوكوز وهي مادة عضوية ضرورية لنشاط الطحالب ... تغذية غير ذاتية.

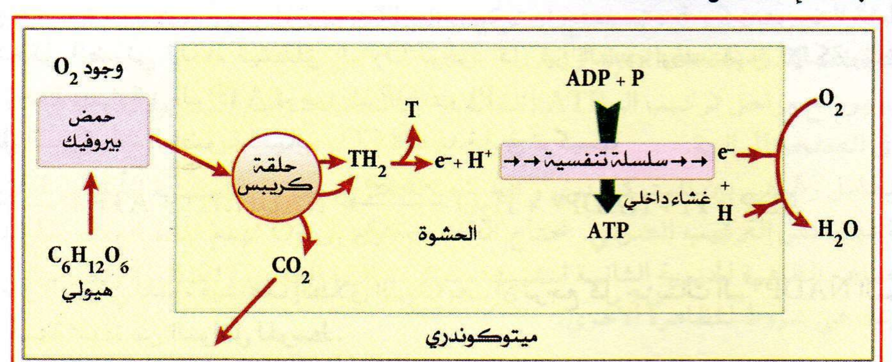
2 – التغذية الذاتية للطحالب تتطلب إمتلاكه للصانعات الخضراء المسؤولة عن صنع المادة العضوية وأيضا الميتوكوندريات المسؤولة عن إنتاج الـ ATP اللازمة لنمو وتكاثر الطحالب والتغذية غير الذاتية تتطلب مواد عضوية وميتوكوندريات.
من خلال الشكل (1) تركيب العضية (ب) يدل على أنها ميتوكوندري ... تنفس.
تركيب العضية (أ) يدل على أنها صانعة خضراء ..... تركيب ضوئي.

II — 1 – القطعة أ ـ ب: تشير إلى عدم إستهلاك الـ O_2 لغياب الميتوكوندري في الوسط.
• عند ب : إضافة الميتوكوندريات تسبب إستهلاك طفيف للـ O_2 ويعود هذا إلى وجود كميات ضئيلة من الجزيئات المتفاعلة : ADP + Pi + حمض البيروفيك.
• عند بَ : إضافة الغلوكوز لم يؤثر من إستهلاك الـ O_2 (لم يستهلك الـ O_2 وتركيزه ثابت).
• عند جـ : إضافة حمض البيروفيك يؤدي إلى أرتفاع مفاجئ في إستهلاك الـ O_2 وهذا يدل على أن الميتوكوندريات غير قادرة على أكسدة الغلوكوز مباشرة ولكنها قادرة على اكسدة حمض البيروفيك.
• عند د: إضافة ADP + Pi يسبب زيادة في إستهلاك الـ O_2 لأن أكسدة حمض البيروفيك داخل الميتوكوندري يحرر طاقة تسمح بتركيب الـ ATP شرط توفر الـ Pi + ADP. وزيادة الـ ADP بالإضافة يزيد من سرعة تفكك حمض البيروفيك وإستهلاك الـ O_2 وهذا يدل أيضا على إزدواج ظاهرتي أكسدة المادة العضوية والفسفرة (تركيب ATP).
• إضافة السيانور عند هـ: يوقف إستهلاك O_2 لأن السيانور يثبط إنتقال الـ e^- وH^+ عبر السلسلة التنفسية فعدم تشكل الماء المستهلك لـ O_2.

$$2H^+ + 2e^- + \frac{1}{2}\ O_2 \longrightarrow H_2O$$

– دولا العضيات (ب) في الخلية : تحويل الطاقة الكيميائية الكامنة في الجزيئات العضوية إلى طاقة حيوية قابلة للإستعمال ATP.

2 –



إجابة التمرين 80

1 — أ – البيانات: الشكل ـ أ ـ : ميتوكوندري.
أ ـ غشاء خارجي. ب ـ غشاء داخلي. جـ ـ حيز بين الغشائين. د ـ مادة أساسية . هـ ـ عرف.
الشكل ـ ب ـ : صانعة خضراء.
1 ـ غشاء خارجي. 2 ـ غشاء داخلي. 3 ـ حبيبية أو بذيرة أو جرانا. 4 ـ مادة أساسية.
5 ـ صفيحة.
ب – العضية ـ أ ـ «ميتوكوندري»: توجد في الخلايا النباتية والحيوانية.
العضية ـ ب ـ «صانعة خضراء»: توجد في الخلايا النباتية الخضراء فقط.

2 — الإستنتاج:
أ – التفاعلات مرتبطة بالضوء (كيموضوئية) لأنها تتوقف في الظلام، حيث يتحلل الماء ضوئيا وينطلق O_2 وترجع النواقل T إلى TH_2، وينتج عن ذلك جزيئات طاقة وهي الـ ATP.
ب – سير التفاعلات السابقة مرهون بوجود نواقل T لتستقبل الكترونات وهيدروجين الماء المتحلل.

3 — التحليل :
- في مرحلة (ز0 ـ ز1) إنتشار الغلوكوز إلى الهيالوبلازم.
- في مرحلة ثانية (ز2) إختفاء الغلوكوز، وظهور حمض البيروفيك في الهيالوبلازم والميتوكوندري.
- في مرحلة ثالثة (ز3 ـ ز4) إختفاء حمض البيروفيك نهائيا وظهور مركبات حلقة كريبس بالميتوكوندري وإنطلاق CO_2 إلى الوسط الخارجي.
- نستخلص مايلي: تفكك الغلوكوز عبر مراحل وعلى مستويين هما: الهيالوبلازم ، والميتوكوندري.

4 — المراحل الأساسية للتنفس:
- التحلل السكري مقره الهايلوبلازم: غلوكوز ⟵ 2 حمض البيروفيك + $2TH_2 + 2ATP$
- الأكسدة التنفسية مقرها الميتوكوندري: تحول حمض البيروفيك إلى أستيل مرافق إنزيم A ثم الدخول في حلقة كريبس ثم الفسفرة التأكسدية على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

المراحل الأساسية للتركيب الضوئي:
- المرحلة الكيموضوئية: التحلل الضوئي للماء و إرجاع النواقل و تشكل الـ ATP ومقرها التيلاكوئيد.

$$H_2O + NADP^+ + ADP + Pi \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} NADPH.H^+ + ATP + \frac{1}{2}O_2$$

- المرحلة الكيموحيوية: إرجاع CO2 بإستخدام نواتج المرحلة الكيموضوئية لصنع المركب العضوي و مقرها في الحشوة.

$$CO_2 + NADPH.H^+ + ATP \longrightarrow [CH_2O] + NADP^+ + ADP + Pi$$

إجابة التمرين 81

1 — أ – تفسير النتائج :
- يحدث التحلل الضوئي للماء فينطلق الـ O_2 لوجود كل من الضوء ومستقبل الإلكترونات فتتشكل النواقل المرجعة ويتشكل الـ ATP لوجود الـ ADP و Pi.
- عدم تشكل المركبات العضوية لغياب CO_2 لأنه يدخل في تركيبها

$$ADP + Pi + NADP^+ + H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} NADH.H^+ + ATP + \frac{1}{2}O_2$$

ب – يتوقف التحلل الضوئي للماء فيتوقف إنطلاق الـ O_2 بعد أن ترجع كل جزيئات الـ $NADP^+$ المضافة وهذا عند إضافة كمية محددة من النواقل للوسط.



• يتم تركيب الـ ATP إنطلاقا من ADP والـ Pi بإستخدام الطاقة الناتجة عن تدفق البروتونات عبر الكريات المذنبة (ATPase) بكمية محدودة أيضا لنفاذ مستقبل الإلكترونات.

• إذا زودنا الوسط بـ CO_2 فإن النواقل المرجعة المتشكلة تتأكسد وبإستغلال الـ ATP يتم تركيب الجزيئات العضوية الضرورية لاستقبال الإلكترونات والبروتونات فيحدث التحلل الضوئي للماء فينطلق الـ O_2.

نعم في هذه الشروط يتم صنع الجزيئات العضوية.

التعليل: لتوفرنواتج المرحلة الكيموضوئية وهي الـ $NADPH.H^+$ والـ ATP ووجود CO_2.

2 — أ — الإستخلاص بمقارنة التجارب الثلاث نستخلص :

• يتم تشكيل الـ ATP (فسفرة الـ ADP) في شروط معينة.

• وجود تدرج في تركيز البروتونات بين الوسط الخارجي وداخل الكييسات حيث $[H^+]$ داخلية أكبر من $[H^+]$ خارجية.

• وجود كريات مذنبة على أغشية الكييسات.

• لا تتطلب هذه العملية وجود الضوء.

ب — نعم يتم الحصول على نفس النتائج.

التعليل: • في التجربة 1: وجود الضوء لا يؤثر على التدرج في تركيز البروتينات بين الوسطين (يبقى الوسط الداخلي أعلى تركيز بالبروتونات من الوسط الخارجي).

• في التجربة 2: عدم وجود الكريات المذنبة يعيق فسفرة الـ ADP حتى ولو حدث تدرج في تركيز البروتينات بين الوسطين.

3 — تحليل النتائج :

• لا يتم إستهلاك O_2 ولايتم تغيير كمية الـ ATP قبل إضافة حمض البيروفيك.

• في الزمن ز2: إضافة حمض البيروفيك تؤدي إلى إستهلاك واضح لـ O_2 وزيادة كمية الـ ATP في الوسط.

• في الزمن ز3: عند إضافة ADP و Pi، يؤدي إلى إستهلاك معتبر لـ O_2 وزيادة معتبرة في كمية الـ ATP.

• في الزمن ز4: عند إضافة السيانور يتوقف إستهلاك O_2 وتوقف تركيب الـ ATP (ثبات كميته في الوسط).

المعلومة المستخلصة:

• لا تستعمل الميتوكوندري الغلوكوز مباشرة بل تستعمل حمض البيروفيك (إستهلاك O_2 وتركيب ATP).

• فسفرة الـ ADP مقرون بإستهلاك O_2.

4 — نعم.

التعليل: • تركيب الـ ATP وتثبيطه من طرف السيانور يدل على وجود المرحلة الخاصة بالفسفرة التأكسدية في السلسلة التنفسية.

• إستعمال حمض البيروفيك يدل على حدوث مرحلة الأكسدة الخلوية.

إجابة التمرين 82

أ — 1 — بمقارنة التجربتين 1 و 2 : نستنتج أن تركيب الـ ATP يشترط تدرج في تركيز H^+ بين المادة الأساسية والحيز البين غشائي (على جانبي الغشاء الداخلي للميتوكوندري).

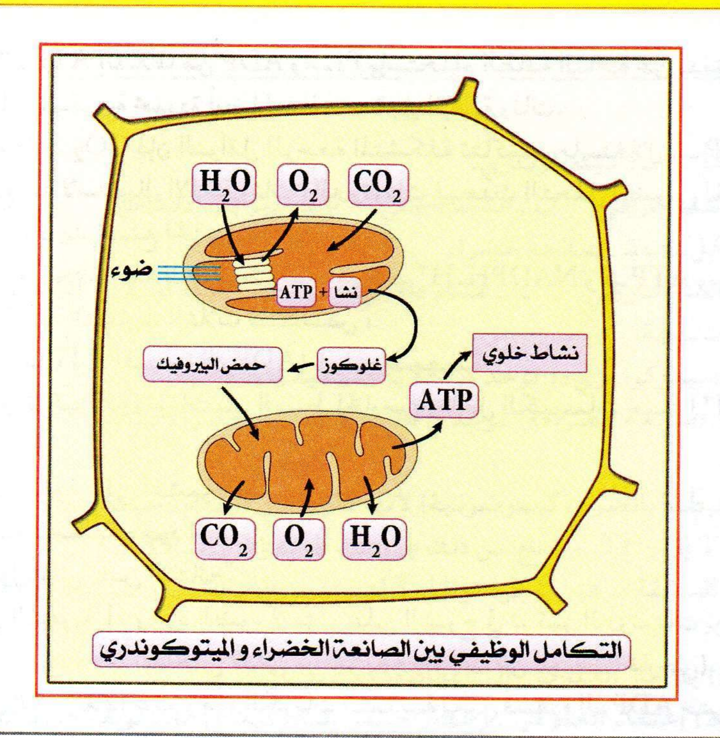
— بمقارنة التجربتين 2 و 3 : نستنتج أن تركيب الـ ATP يشترط وجود وسلامة الكرات المذنبة وهي أنزيمات مركبة للـ ATP (ATP synthétase).

2 — رسم يوضح مراحل تركيب الـ ATP (الفسفرة التأكسدية ـ راجع التمرين 53).

ب — الرسم في الصفحة الموالية.

يوجد تكامل وظيفي بين الميتوكوندري و الصانعة الخضراء حيث أن العضية الأولى هي مقر التنفس أما العضية الثانية فهي مقر التركيب الضوئي. تحتاج الظاهرة الأولى إلى O_2 لهدم المادة العضوية ويطرح خلالها غاز CO_2 الذي تحتاجه الظاهرة الحيوية الثانية لتثبيته وتركيب المادة العضوية الطاقوية وتطرح الـ O_2 أي أن نتائج إحدى الظاهرتين هي شروط للظاهرة الأخرى.





التكامل الوظيفي بين الصانعة الخضراء و الميتوكوندري

إجابة التمرين 83

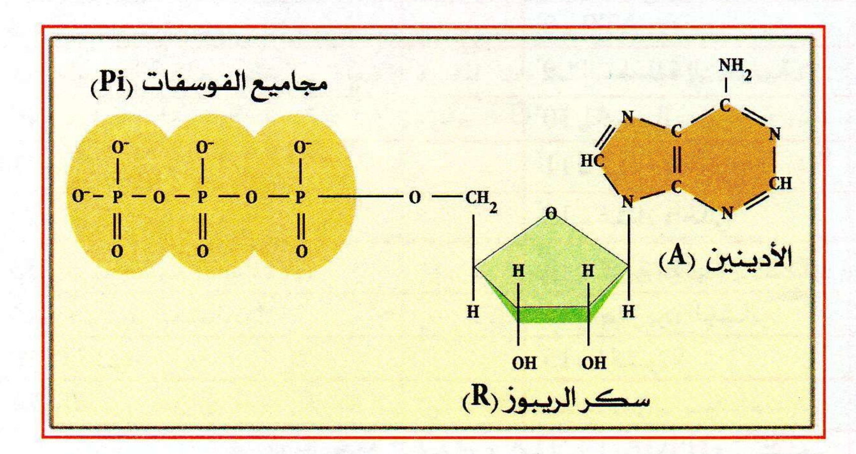
أ –

الرقم	الظاهـــرة		المـقـــر	المعادلة الإجمالية
1	المرحلة الكيموضوئية (الفسفرة الضوئية) من التركيب الضوئي.		التيلاكويد (الكييس)	$H_2O + NADP^+ + ADP + Pi \xrightarrow[ATPase]{\text{ضوء / يخضور}} NADPH.H^+ + \frac{1}{2}O_2 + ATP$
2	المرحلة الكيموحيوية من التركيب الضوئي (تثبيت CO_2)		حشوة الصانعة الخضراء	$CO_2 + NADPH.H^+ + ATP \xrightarrow{\text{إنزيم}} NADP^+ + [CH_2O] + ADP + Pi$
3	التحلل السكري		الهيالوبلازم	$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3COCOOH$ (2ADP + Pi → 2ATP ؛ $2NAD^+ \rightarrow 2NADH.H^+$)
4	حلقة كريبس والـمرحلة الـممهدة لها	الـميتوكوندري	الحشوة	$CH_3COCOOH + 3H_2O \rightarrow 3CO_2$ (ADP + Pi → ATP ؛ $5T^+ \rightarrow 5TH.H^+$)
	الفسفرة التأكسدية		الغشاء الداخلي	$TH.H^+ + \frac{1}{2}O_2 + ADP + Pi \xrightarrow{ATPase} T^+ + H_2O + ATP$

ب – مكونات جزيئة الـ ATP:

- قاعدة آزوتية وهي الأدينين A + سكر خماسي هو الريبوز R + ثلاث مجموعات فوسفاتية.

• الرسم التخطيطي المبسط.



جـ – جزيئة الـ ATP المتشكلة خلال المرحلة الكيموضوئية (1)، عند إماهتها ينتج عنها طاقة تستغل في المرحلة الكيموحيوية.
أما جزيئة ATP المتشكلة خلال الفسفرة التأكسدية فتستعمل في النشاطات الخلوية المختلفة.

د – إماهة الـ ATP توفر الطاقة مباشرة (الظاهرة 2) وتستعمل هذه الطاقة في تفاعل تركيب PGAL من APG أي يحمل طاقة من مركب وينقله إلى مركب آخر فهو عامل توصيل طاقوي.
تشكل الـ ATP المنتج الفوري للطاقة بدءا من الطاقة الناتجة عن أكسدة الغلوكوز (الظواهر 3، 4).
يتشكل الـ ATP من تفاعلات الهدم ويستهلك في تفاعلات البناء.

$$H_2O + NADP^+ \xrightarrow{\text{ضوء / يخضور}} NADPH.H^+ + O_2$$

ADP + Pi ⟶ ATP

$$APG \longrightarrow ADPG$$

هـ – (راجع التمرين 84)

إجابة التمرين 84

1 — البيانات : 1ـ جدار سيليلوزي. 2ـ هيالوبلازم. 3ـ نواة. 4ـ ميتوكوندري. 5ـ فجوة . 6ـ شبكة محببة.

2 — لإحتوائها على صانعة خضراء كبيرة فلها القدرة على صنع المركبات العضوية بعملية التركيب الضوئي.

3 — α – العنصر س: صانعة خضراء مقر التركيب الضوئي.
العنصر ع: ميتوكوندري مقر الأكسدة الخلوية.

β – a – الشكل (1): يمثل الفسفرة التأكسدية من التنفس الهوائي على مستوى الغشاء الداخلي للميتوكوندري.
الشكل (2): يمثل الفسفرة الضوئية (المرحلة الكيموضوئية) من التركيب الضوئي على مستوى التيلاكوئيد.

b –

الشكل (2) الفسفرة الضوئية	الشكل (1) الفسفرة التأكسدية
1 ـ الماء	1` ـ الماء
2 ـ الأكسجين	2` ـ الأكسجين
3 ـ الإلكترونات	3` ـ الإلكترونات
4 ـ البروتونات	4` ـ البروتونات
5 ـ ناقل مؤكسد $NADP^+$	5` ـ ناقل مؤكسد NAD^+
6 ـ ناقل مرجع $NADPH.H^+$	6` ـ ناقل مرجع $NADPH.H^+$

7 ـ ADP + Pi	7` ـ ADP + Pi
8 ـ ATP	8` ـ ATP
9 ـ سلسلة التركيب الضوئي	9` ـ السلسلة التنفسية
10 ـ عرف	10` ـ كييس
11 ـ غشاء خارجي	11` ـ غشاء خارجي
12 ـ غشاء داخلي	12` ـ غشاء داخلي
13 ـ كرية مذنبة (ATPase)	13` ـ كرية مذنبة (ATPase)
14 ـ حيز بين الغشائين	14` ـ حيز بين الغشائين
15 ـ الحشوة	15` ـ الحشوة
16 ـ الضوء	—

c ـ

	الفسفرة الضوئية (الشكل 2)	الفسفرة التاكسدية (الشكل 1)
مصدر الإلكترونات (3 و 3)	من PSI و PSII من التحلل الضوئي للماء $H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} 2H^+ + 2e^- \ O_2$	أكسدة الناقل المرجعة TH_2 ($NADH_2$ و $FADH_2$) $TH_2 \longrightarrow T + 2H^+ + 2e^-$
مصدر البروتونات (4 و 4)	التحلل الضوئي للماء	أكسدة النواقل المرجعة TH_2
الآلية الفيزيائية	تنتقل الإلكترونات من كمون أكسدة وإرجاع منخفض إلى كمون أكسدة وإرجاع مرتفع بصورة تلقائية مع تحرير طاقة وعكس هذا الانتقال يحتاج إلى طاقة.	
الآلية الفيزيائية	• حركة الإلكترونات من H_2O إلى المستقبل النهائي عبر الأنظمة الضوئية وسلسلة النواقل بفضل الفوتونات الضوئية. • تحفيز PSII بالفوتونات يسمح بإنتقال الإلكترونات إلى PSI. • تحفيز PSI بالفوتونات يسمح بإنتقال الإلكترونات إلى المستقبل النهائي T عبر النواقل. • إنتقال الإلكترونات من H_2O إلى PSII تلقائي.	• إنتقال الإلكترونات من TH_2 إلى الناقل النهائي (الـ O_2) من كمون أكسدة وإرجاع منخفض إلى كمون أكسدة وإرجاع أعلى أي النقل تلقائي ويحرر طاقة.
مصير الإلكترونات والبروتونات	• إرجاع NADP إلى $NADPH_2$ $NADP + 2H^+ + 2e \rightarrow NADPH_2$	• إرجاع O_2 وتشكل الماء H_2O $\frac{1}{2} O_2 + 2H^+ + 2e \longrightarrow H_2O$
تشكيل الـ ATP	• أكسدة الأنظمة الضوئية PSI ، PSII بالفوتونات. • إنتقال الإلكترونات من PSII إلى PSI يحرر طاقة تسمح بضخ الـ H^+ نحو تجويف الكييس.	• إن التفاعلات المسؤولة عن إنتاج الـ ATP تحدث في مستوى السلسلة التنفسية الموجودة ضمن الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

	• التحلل الضوئي للماء يؤدي إلى تحرير البروتونات وتراكمها وتكوين تدرج في تركيزها فخروجها عبر الكريات المذنبة يحرر طاقة يؤدي إلى تشكل الـ ATP بوجود إنزيم ATPsynthetase.	• حيث يسبب إنتقال الإلكترونات عبر النواقل إلى إحداث تدرج في تركيز البروتونات بين حيز الغشائين والحشوة نتيجة ضخ البروتونات عبر المضخات من الحشوة الى الحيز. • انتقال هذه البروتونات عبر الكريات المذنبة إلى الحشوة حسب تدرج التركيز تتولد طاقة تعمل على فسفرة الـ ADP إلى ATP بوجود إنزيم ATPsynthetase.
المعادلة الإجمالية للمرحلة	$H_2O + NADP + ADP + Pi \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}}$ $NADPH_2 + ATP + \frac{1}{2}O_2$	$TH_2 + O_2 + ADP + Pi \rightarrow T + H_2O + ATP$
المراحل الناقصة	• المرحلة الكيموحيوية (تفاعلات حلقة كالفن) $CO_2 + ATP + NADPH_2 \xrightarrow{\text{إنزيمات}}$ $[CH_2O] + NADP + ADP + Pi$ مقرها حشوة الصانعة الخضراء.	• التحلل السكري ومقره الهيالوبلازم يحول الغلوكوز إلى حمض البيروفيك. $C_6H_{12}O_6 + 2NAD + 2ADP + 2Pi \longrightarrow$ $2CH_3COCOOH + 2NADH_2 + 2ATP$ • تحول حمض البيروفيك إلى أستيل مرافق الأنزيم (أ) ومقره حشوة الميتوكوندري (مرحلة ممهدة لحلقة كريبس). $CH_3COCOOH + CoA - SH + NAD \longrightarrow$ $CO_2 + NADH_2 + Acetyl - CoA$ • الدخول في حلقة كريبس: المقر الحشوة. $Acetyl - CoA + 3NAD + FAD + ADP + Pi$ $\longrightarrow 2CO_2 + ATP + 3NADH_2 + FADH_2$
المعادلة الإجمالية	• المعادلة الإجمالية للتركيب الضوئي: $6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}}$ $C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2$	• المعادلة الإجمالية للتنفس: $C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2 \longrightarrow$ $6CO_2 + 12H_2O + 38ATP$
النص العلمي	الشكل (2): يحدث التحلل الضوئي للماء وإرجاع النواقل فإنطلاق الـ O_2 وتشكل الـ ATP.	الشكل (1): يحدث أكسدة النواقل وإرجاع الـ O_2 فتشكل الماء والـ ATP.

إجابة التمرين 85

أ – 1 – تفسير النتائج التجريبية:

– المرحلة (1): • إختفاء اللون الأزرق يفسر بإرجاع BM بواسطة H^+ الناتجة عن التحلل الضوئي للماء.
• عدم تركيب جزيئات عضوية يعود لغياب CO_2 في الوسط.

– المرحلة (2): • بقاء اللون الأزرق لعدم إرجاع BM، نتيجة لعدم التحلل الضوئي للماء في الظلام.
• وعدم تركيب جزيئات عضوية رغم وجود CO_2 يعود لعدم إرجاع BM إلى BMH_2 الضرورية لإرجاع CO_2 لتشكيل جزيئات عضوية.

– المرحلة (3): • إختفاء اللون الأزرق يعود إلى إرجاع BM بواسطة H^+ الناتجة عن التحلل الضوئي للماء.
وعودة ظهوره ناتجة عن أكسدة BMH_2 عن طريق تحرير H^+.
• تركيب الجزيئات العضوية ناتج عن تثبيت CO_2 المتواجد في الوسط.

2 – دورة كالفن: (راجع التمرين 23).



3 – من المخطط نلاحظ أن $6CO_2$ تساهم في تشكيل 12APG و6RDP وجزيئة فركتوز وتستهلك 18ATP و $12NADPH_2$.

إذا عدد $APG = \frac{12 \times 72}{6} = 144$

عدد RDP = 72 ، $NADPH_2$ = 144 ، فركتوز = 12 ، ATP = 216

4 – أهمية الظاهرة: تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة في المركبات العضوية الناتجة.

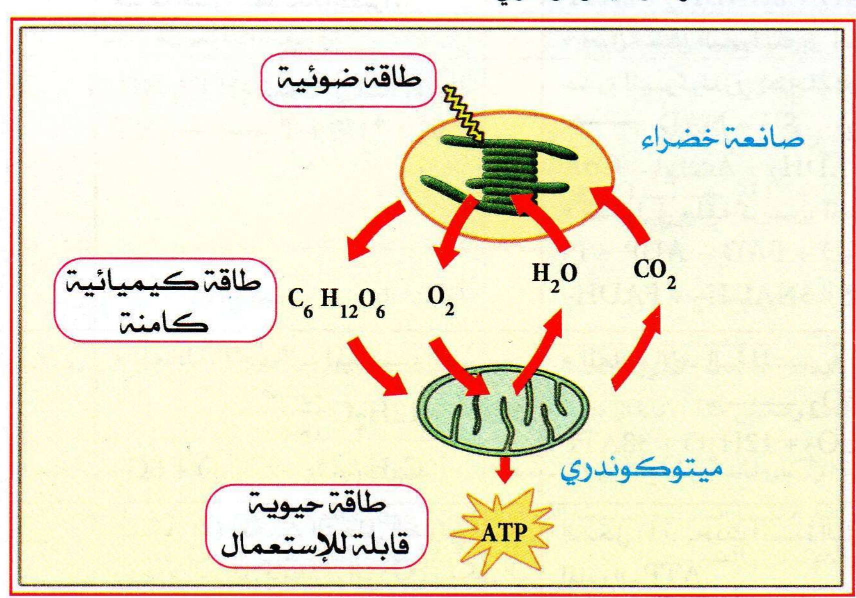
5 – تحليل المنحنى :

- قبل إضافة O_2 للوسط: عدم تحرير البروتونات في الوسط لذا ثبات تركيز البروتونات في الوسط.
- من ز1 إلى ز2: زيادة معتبرة في تركيز البروتونات في الوسط عند إضافة الـ O_2 ثم تنخفض بصورة تدريجية.
- بعد ز2: تناقص سريع في تركيز البروتونات في الوسط نتيجة إضافة FCCP .

الخلاصة: • يعتبر الأكسجين المستقبل النهائي للبروتونات وتشكيل الماء.

• يعمل الـ FCCP على جعل ثقوب في الغشاء فغياب فرق تدرج تركيز البروتونات فتوقف فسفرة الـ ADP إلى ATP.

ب – العلاقة الوظيفية بين الصانعة الخضراء والميتوكوندري.



إجابة التمرين 86

I – تفسير المنحنى:

1 – قبل إضافة O_2: يتوقف خروج H^+ أي PHi = PHe في غياب الـ O_2 لا تتم أكسدة النواقل .

في وجود O_2: يزداد تركيز H^+ في الوسط الخارجي وذلك لمدة معينة ثم يقل تدريجيا ليعود إلى حالته الأصلية.

يفسر ذلك : لحدوث أكسدة النواقل فتحرير الـ H^+ وe^- حيث تنتقل الـ e^- عبر إنزيمات السلسلة التنفسية لتستقبل في النهاية من قبل الـ O_2 وأثناء إنتقال الـ e^- تتحرر طاقة تسمح بإنتقال الـ H^+ إلى الوسط الخارجي أين يزداد تركيزها.

2 – العلاقة بين تدرج الـ PH وتكوين ATP.

كلما كان الوسط الخارجي أكثر حموضة أدى إلى تشكل ATP بكميات أكبر (العلاقة طردية).

التوضيح : إنتقال البروتونات (H^+) وفق تدرج التركيز من الوسط الخارجي إلى الوسط الداخلي عبر الكرات المذنبة التي تحتوي على انزيم الـ ATPase الذي ينشط بمرور H^+ فيتحول ADP + Pi إلى ATP.

II – 1 – تحليل التجارب: في وجود الضوء ومعلق للصانعات يحدث:

المجموعة الأولى (1): زوال اللون لمركب D–6–2 دليل على إرجاعه أي أنه إكتسب e^- (في وجود الضوء).

المجموعة الثانية (2): في غياب الضوء لا يحدث إرجاع لـ D–6–2.



المجموعة الثانية (3): رغم وجود الضوء لكن الصانعات مخربة لم يحدث إرجاع لـ D–6–2.
النتيجة: الضوء وسلامة الصانعات ضروري لإرجاع مركب D–6–2.

2 – التفسير: في وجود الضوء يتحفز اليخضور ويفقد الإلكترونات يستقبلها مركب D–6–2 وبالتالي يزول لونه (إرجاعه).

3 – المرحلة هي: المرحلة الكيموضوئية.
النواتج النهائية هي : • تحرير الـ O_2. • تشكل الـ ATP. • تشكل الـ $NADPH.H^+$.
التعليل : تحدث المرحلة الأولى الكيموضوئية فقط ولايتم تركيب المواد العضوية وهذا لغياب CO_2.

إجابة التمرين 87

1 — **تحليل الوثيقة (أ):**
0 - ز1: تناقص طفيف في نسبة الأوكسجين في الوسط دلالة على إستهلاك ضعيف للـ O_2 من قبل الميتوكوندري قبل إضافة الغلوكوز.
ز1 - ز2: إضافة الغلوكوز للوسط لم يغير من إستهلاك الـ O_2 إي يبقى التناقص طفيفا.
بدءا من ز2: إضافة حمض البيروفيك يتبع بتناقص معتبر لنسبة الـ O_2 في الوسط (زيادة معتبرة في إستهلاك O_2).
النتيجة: تستعمل الميتوكوندري حمض البيروفيك كمادة للأيض خلال القيام بوظيفتها و غير قادرة على إستعمال الغلوكوز مباشرة.

تحليل الوثيقة (ب):
0 - ز1: تناقص في نسبة الأكسجين في الوسط لان المواد البيولوجية تتنفس.
ز1 - ز2: يبقى تناقص في نسبة الـ O_2 من الوسط مستمرا رغم الإضاءة لأنها لن تقم بتحليل الماء.
ز2 - ز3: زيادة معتبرة لنسبة الـ O_2 في الوسط لأن الصانعة تطرح الـ O_2 بكمية معتبرة إلى الوسط بوجود الضوء ومستقبل الإلكترونات.
بدءا من ز3: تتناقص نسبة الـ O_2 في الوسط بحدوث التنفس على مستوى الميتوكوندري (يوجد مع الصانعات بعض الميتوكوندري).
النتيجة: تفاعلات الأكسدة والإرجاع هي أصل طرح الـ O_2 ويستوجب ذلك وجود مستقبلات تثبت الإلكترونات المنزوعة من اليخضور بوجود الضوء (أن المستقبلات الطبيعية لليخضور قد خربت نتيجة التجربة) أي أن طرح الـ O_2 يتطلب وجود الضوء و مستقبل الإلكترونات.

2 — الظاهرة التي تحدث على مستوى الميتوكوندري هي التنفس الهوائي.
الظاهرة التي تحدث على مستوى الصانعة الخضراء هي التركيب الضوئي.

إجابة التمرين 88

1 — أ – العضية هي : الصانعة الخضراء.
البيانات: 1 ـ غشاء خارجي. 2 ـ غشاء داخلي. 3 ـ صفيحة. 4 ـ الحشوة (مادة أساسية).
5 ـ كييسات (تيلاكوئيد).

ب – المعادلة الكيميائية الإجمالية :

$$nCO_2 + 2nH_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} Cn\,H_{2n}\,On + n\,H_2O + n\,O_2$$

– المراحل الأساسية :
• المرحلة الكيموضوئية : مقرها : التيلاكوئيد (الكييسات) تكمن هذه المرحلة في: التحليل الضوئي للماء وإرجاع النواقل وإنطلاق الـ O_2 وتشكيل الـ ATP.

$$H_2O \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} 2H^+ + 2e^- + \frac{1}{2}\,O_2$$



$$NADP + 2e^- + 2H^+ \longrightarrow NADPH_2$$

$$ADP + Pi \xrightarrow{ATPase} ATP$$

• المرحلة الكيموحيوية: مقرها: الحشوة (المادة الأساسية)

ترجع CO_2 بالنواقل المرجعة و بوجود الـ ATP (نواتج المرحلة الكيموضوئية) فيتشكل السكر.

2 — أ – البيانات: 1 ـ طاقة ضوئية. 2 ـ CO_2. 3 ـ H_2O. 4 ـ تركيب ضوئي. 5 ـ O_2. 6 ـ سكر (جلوكوز).
7 ـ O_2. 8 ـ تنفس. 9 ـ CO_2. 10 ـ ATP. 11 ـ ADP. 12 ـ Pi.
13 ـ تركيب حيوي، إنقسام خلوي، تقلص عضلي، نقل فعال، حرارة داخلية.

ب – تحديد طبيعة الطاقة: I ـ طاقة ضوئية.
II ـ طاقة كيميائية كامنة.
III ـ طاقة حيوية قابلة للإستعمال (ATP).

إجابة التمرين 89

1 — مكونات الـ ATP : سكر ريبوز + قاعدة آزوتية (الأدينين) + ثلاثة مجموعات فوسفاتية.
أي أدينوزين + ثلاث مجموعات فوسفاتية.
الرسم التخطيطي : (راجع إجابة التمرين 97).

2 — • لوجود روابط غنية بالطاقة.
• تسمح بتوفير الطاقة الضرورية الفورية بإماهتها.

3 — أ – المعلومات: يعتبر كل من التفاعلين (أ) و(ب) تفاعل تزاوجي: تفاعل ماص للطاقة وتفاعل ناشر للطاقة.
هذه المزاوجة تسمح بإستغلال الطاقة في كل مرة لتركيب جزيئات طاقوية.
ب – يتشكل الـ ATP أثناء تفاعلاته الهدم.
يستهلك الـ ATP أثناء تفاعلات البناء.

4 — أ – العضية ـ أ ـ هي ميتوكوندري.
العضية ـ ب ـ هي الصانعة الخضراء.
البيانات: 1 ـ غشاء خارجي. 2 ـ غشاء داخلي. 3 ـ صفيحة (تيلاكويد). 4 ـ حشوة. 5 ـ حبيبة.
6 ـ غشاء خارجي. 7 ـ غشاء داخلي. 8 ـ حيز. 9 ـ حشوة. 10 ـ عرف.
ب – العضية ـ أ ـ ظاهرة التركيب الضوئي.
العضية ـ ب ـ ظاهرة تنفس (أكسدة خلوية).

إجابة التمرين 90

1 — العضية (X) هي الميتوكوندري:

2 — أ – الظاهرة التي تحدث في مستوى الميتوكوندري هي الأكسدة الخلوية.
التفاعل الإجمالي:

$$C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 6O_2 \xrightarrow{\text{إنزيمات}} 6CO_2 + 12H_2O + 38ATP$$

ب – الكتلة المولية للغلوكوز $C_6H_{12}O_6$ = 180 غ.
كمية الطاقة لمول غلوكوز 15,9 كيلوجول x 180 = 2860 كيلوجول.

جـ – بما ان صافي إنتاج الطاقة يبلغ 38 مول ATP للمول الواحد من الجلوكوز وأن تشكل جزيئة واحدة من ATP يتطلب طاقة تعادل 30 كيلوجول لذا يمكننا تقدير الطاقة المخزنة على شكل ATP عند إستعمال جزيئة جلوكوز على الشكل التالي: 38ATP x 30 = 1140 كيلو جول.
المردود الطاقوي = 1140 x 100 / 2860 = 40 % كيلو جول.

3 — العلاقة الموجودة بين الميتوكوندريا والنشاط الفيزيولوجي للخلية هي :
• إمداد النطاف بالطاقة اللازمة لضمان حركة الأسواط.



• إمداد الألياف العضلية بالطاقة اللازمة لضمان تقلصها.
• إمداد الخلايا الأم للكريات الحمراء بالطاقة اللازمة لتركيب البروتين (خضاب الدم).

4 — عنوان الشكل 1 : غشاء خارجي.
الطبيعة الكيميائية للمركبات: دسم فسفوري — بروتين.
الشكل 2 : الغشاء الداخلي.
الطبيعة الكيميائية للمركبات: دسم فسفوري ، بروتين

	المركبات
الغشاء الخارجي	40 % دسم، 60 % بروتين (نفس مركبات الغشاء الهيولي)
الغشاء الداخلي	20 % دسم + 80 % بروتين، بروتينات خاصة (نواقل الإلكترونات ونواقل البروتونات وهي إنزيمات الاكسدة والإرجاع) وإنزيمات مركبة للـ ATP.

5 — خلال التنفس الهوائي جزيئة واحدة من الغلوكوز تعطي 38 جزيئة ATP.
إذن عدد جزيئات الجلوكوز = وزن الغلوكوز المستهلكة / وزن جزيئة الغلوكوز 200/0.5 = 400 جزيئة غلوكوز
إذن 400 جزيئة غلوكوز تشكل: 400 x 38 = 15200 جزيئة ATP.

إجابة التمرين 91

أ — 1 — تفسير الملاحظات:
التجربة ـ 1 ـ : نلاحظ ان البكتيريا إتجهت نحو حافة الصفيحة وحول الفقاعه الهوائية بحثا عن الأكسجين وذلك لوفرة الأكسجين في الموقعين.
التجربة ـ 2 ـ : نظرا لوجود المادة الشمعية التي تمنع مرور الهواء لذلك نجد أن البكتيريا توزعت في كامل الصفيحة عشوائيا.
التجربة ـ 3 ـ : نلاحظ أن البكتيريا تتجه نحو الفقاعة وحافة الصفيحة بحثا عن الأوكسجين لعدم قيام الأشنة بالتركيب الضوئي فعدم طرح الأوكسجين من قبلها وتقوم بالتنفس فقط
التجربة ـ 4 ـ : بوجود الضوء فالأشنة تقوم بعملية التركيب الضوئي فتطرح الأوكسجين لذا نجد البكتيريا تتجه نحو خيط الأشنة لوجود الأوكسجين.
التجربة ـ 5 ـ : نلاحظ تجمع البكتيريا حول خيط الأشنة بصورة غير متماثلة حيث يوجد تجمع كبير في منطقة الإشعاعات الحمراء و البنفسجية وقليلة في مناطق الإشعاعات الأخرى ومنعدمة في منطقة الإشعاعات الخضراء مما يدل على أن شدة التركيب الضوئي تختلف حسب طول الموجة.

2 — الملاحظة المتوقعة: • بوجود المادة الشمعية تتوزع عشوائيا في كامل الصفيحة.
• بغياب المادة الشمعية تتجه نحو حواف الصفيحة وحول الفقاعات الهوائية إن وجدت لأن اليخضور الخام تمتص الإشعاعات الضوئية بكمية كبيرة فلا تصل إلى الأشنة، لذلك تنخفض شدة التركيب الضوئي.

3 — الإستنتاج: الإشعاعات الأكثر إمتصاصا هي الأكثر أهمية أو فعالية في عملية التركيب الضوئي.

4 — إستعملت البكتيريا كمقياس حيوي (جهاز) لمعرفة تركيز الـ O_2 وبالتالي تحديد شدة التركيب الضوئي والعلاقة بين عدد البكتيريا المتجمعة وشدة التركيب الضوئي طردية.

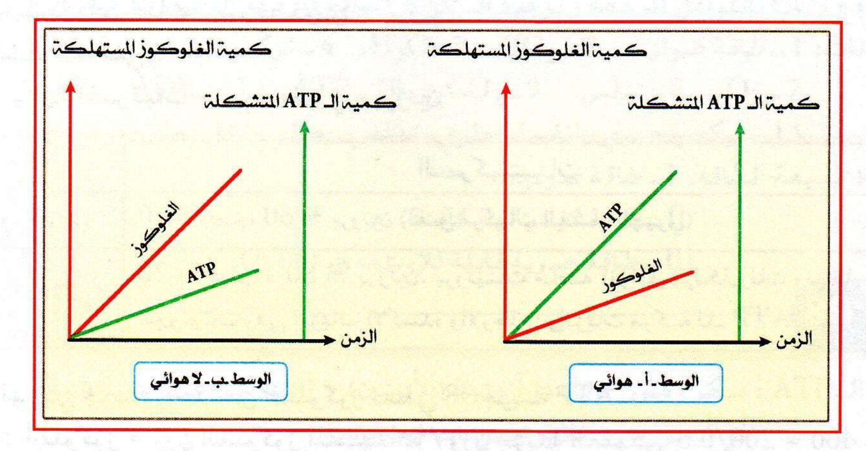
ب — 1 — المعلومات :
في الوسط الهوائي: إستهلاك كمية قليلة من الغلوكوز ← إنتاج كمية كبيرة من الطاقة ← نمو معتبرللخميرة ← إذا الهدم كان تاما (تنفس).
في الوسط اللاهوائي: إستهلاك كبير للغلوكوز ← إنتاج كمية قليلة من الطاقة نمو ضعيف للخميرة ← إذا هدم الغلوكوزكان جزئيا (تخمر).



2 – إن النشاطات الخلوية المتمثلة في الإنقسام الخلوي وصنع البروتينات تتطلب طاقة، حيث أنها نشيطة في الوسط الهوائي وضعيفة في الوسط اللاهوائي مما يدل على ان الطاقة التي توفرت في الوسط "أ" الهوائي معتبرة وكانت أكبر من الطاقة التي توفرت في الوسط "ب" اللاهوائي وهذا يدعم المعلومات الموجودة في الجدول.

3 –



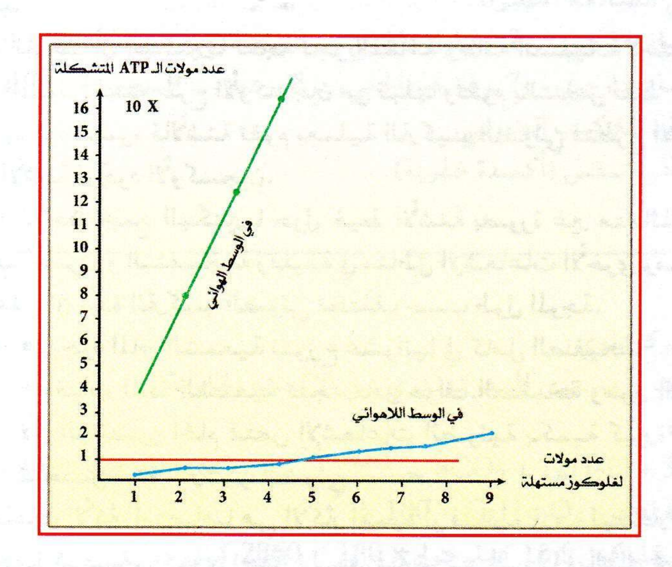


التعليق: في الوسط الهوائي "أ": التفكك تام فكل مول غلوكوز ينتج 38 مول ATP.

في الوسط اللاهوائي "ب": التفكك جزئي فكل مول غلوكوز ينتج 2 مول ATP.

مثلا فللحصول على نفس الكمية من الـ ATP الخميرة تستهلك عددا كبيرا جدا من جزيئات الغلوكوز في الوسط اللاهوائي عما هو في الوسط الهوائي بنسبة 1/19 أي الخميرة تستهلك 1 مول غلوكوز للحصول على 38 جزيئة ATP في الوسط الهوائي. في حين في الوسط اللاهوائي تستهلك 19 مول غلوكوز للحصول على 38 جزيئة ATP.

والمنحنى الموالي يوضح العلاقة بين عدد مولات الغلوكوز المستهلكة وعدد مولات الـ ATP المتشكلة في الوسط الهوائي واللاهوائي.



إجابة التمرين 92

1 — البيانات: 1 ـ ATP. 2 ـ $NADPH_2$. 3 ـ الغلوكوز. 4 ـ النشاء. 5 ـ حمض البيروفيك.
6 ـ الأكسدة الخلوية. 7 ـ O_2. 8 ـ CO_2. 9 ـ $NADH_2$. 10 ـ إيثانال. 11 ـ إيثانول.

2 — أ – معادلة إماهة الـ ATP :

$$ATP + H_2O \xrightarrow{\text{ATPase (Hydrolase إنزيم)}} ADP + Pi + 30\ kj$$

الإنزيم: هو الإنزيم المميه للـ ATP (إنزيم ATPase هيدروليز Hydrolase)
والإنزيم الآخر: هو إنزيم التركيب (ATP سنتاز)

$$ADP + Pi + E \text{ (طاقة)} \xrightarrow{\text{ATPase (Synthétase المركب)}} ATP + H_2O$$

ب – الأحـــرف: أ ـ سكر الريبوز. ب ـ قاعدة الأدينين. جـ ـ ثلاث مجموعات فوسفاتية.
جـ – لإحتوائها على روابط فوسفاتية غنية بالطاقة.

روابط غنية بالطاقة

A — P ~ P ~ P

3 — أ – لتوليد الحرارة لتعويض الحرارة المفقودة (1).
- لانتقال مادة عكس تدرج التركيز (النقل الفعال) (3).
- الطاقة اللازمة للحركة كالتقلص العضلي (3) (4) وحركة الأميبا (2).

ب – لا يمكن إقتراح بدائل الـ ATP للحصول على الطاقة لأنه الـمصدر الوحيد للحصول على الطاقة الـمباشرة في النشاطات الخلوية فهي اذا تمثل العملة المتداولة بين الخلية و نشاطاتها.

إجابة التمرين 93

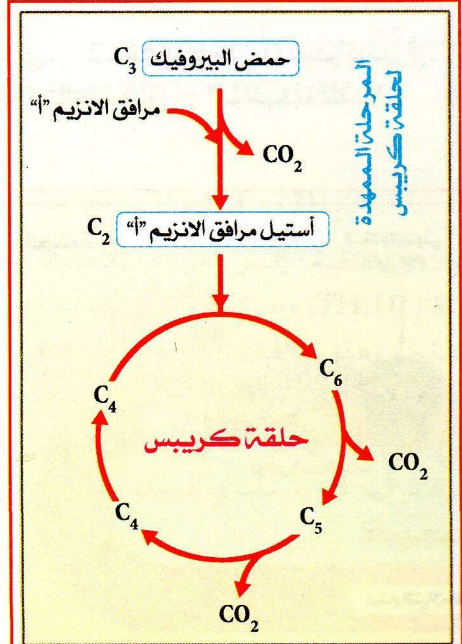
1 — البيـانـات: 1 ـ جدار سيليلوزي. 2 ـ غشاء هيولي. 3 ـ شبكة محببة. 4 ـ ميتوكوندري. 5 ـ نواة.
6 ـ صانعة خضراء. 7 ـ هيالوبلازم. 8 ـ فجوة.

2 — رسم الصانعة والميتوكوندري راجع التمرين 89 أو 94.

3 — أ – تفسير النتائج:
- بين (ز0 - ز1) في وجود الغلوكوز بقي حجم O_2 و CO_2 ثابتا (لم يتم إستعمال الغلوكوز).
- بعد ز1 عند إضافة حمض البيروفيك نقص حجم O_2 وزاد حجم CO_2 (تم إستعمال حمض البيروفيك).

الاستنتاج : الـميتوكوندري قادرة على استعمال حمض البيروفيك مباشرة كمادة أيضية وغير قادرة على استعمال الغلوكوز.

ب – العلاقة بين حمض البيروفيك و CO_2: ينتج CO_2 من تفكك حمض البيروفيك.
الـمخطط الإجمالي:



جـ – النتائج عند إضافة خلايا الفطر: لا تتغير النتائج.
التعليل: إضافة الغلوكوز: الخلايا كاملة قادرة على إستعمال الغلوكوز كمادة أيض فتحوله إلى حمض البيروفيك في الهيولى، تتواصل بعد ذلك أكسدة حمض البيروفيك داخل الميتوكوندري بإستعماله الـ O_2 وطرح CO_2 لذلك تظهر نفس النتائج الملاحظة في الوثيقة (2).
أما إضافة حمض البيروفيك فيستعمل مباشرة من طرف الميتوكوندري داخل الخلية الكاملة فنتحصل على نفس نتائج بعد ز1.

4 – أ – تفسير النتائج:
- في الظلام كمية السكر و O_2 و CO_2 ثابتة في الوسط.
- عند تعريض الصانعة الخضراء للضوء تزداد كمية السكر والـ O_2 وتنخفض كمية CO_2. نفسر ذلك بانه في وجود الضوء تقوم الصانعة الخضراء بالبناء الضوئي فتركب السكر إنطلاقا من تثبيت CO_2 ويتم خلال هذه الظاهرة تحرير O_2 من التحلل الضوئي للماء.

ب – التجربة المقترحة :
مبدأ التجربة : إستعمال طريقة الوسم بالعناصر المشعة.
- نضع أشنة خضراء في وسط ملائم يحوي CO_2* كاربونه مشع ومعرض للضوء نلاحظ تشكل سكريات تحوي C* مشع.
- نضع أشنة خضراء في وسط ملائم يحوي H_2O* ذو أوكسجين مشع ومعرض للضوء نلاحظ أن الـ O_2* المنطلق مشعا.

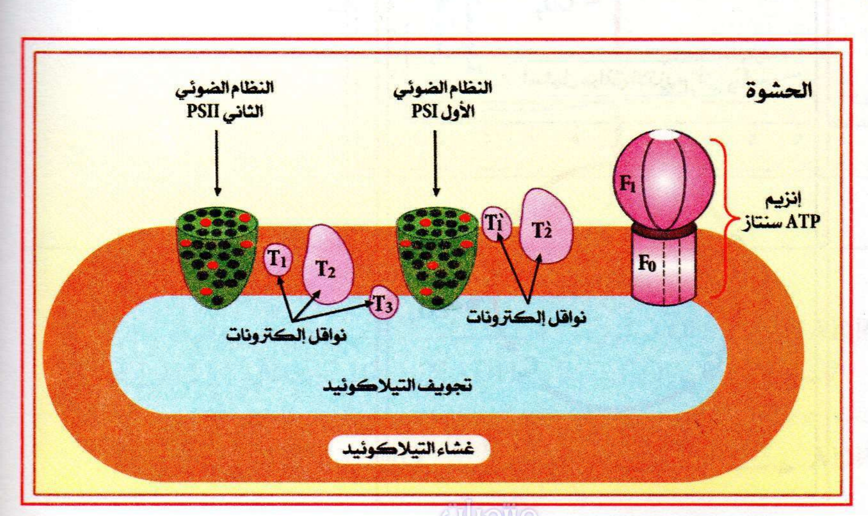
(* تعني الإشعاع)
الخلاصة : • مصير غاز الفحم الممتص: يدخل في تركيب السكر.
• مصدر الأوكسجين O_2 المطروح : التحليل الضوئي للماء.

جـ – وظيفة العنصر 6: تقوم الصانعة الخضراء بوجود الضوء بامتصاص CO_2 وطرح O_2 أي تقوم بالتركيب الضوئي، تحول الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة في جزيئات السكر.
د – مفهوم الكائن الحي ذاتي التغذية: الكائن ذاتي التغذية هو الذي يستطيع أن يستعمل المواد المعدنية كمصدر وحيد لتركيب مواده العضوية مثل النبات الأخضر.

إجابة التمرين 94

I – 1 – التعرف على العناصر المرقمة :
1 – غشاء خارجي للميتوكوندري. 2 – غشاء داخلي للميتوكوندري. 3 – حيز بين الغشائين. 4 – بذيرة.
5 – صفيحة حشوية. 6 – غلاف الصانعة. 7 – حبيبة نشاء. 8 – حشوة الصانعة. 9 – عرف.
10 – حشوة الميتوكوندري.

2 – رسم تخطيطي للبنية الجزيئية لأحد مكونات العنصر 4 (الكييس).



مكونات الكييس	مكونات الغشاء الخارجي للميتوكوندري
– وجود أنظمة ضوئية PSI و PSII مرتبطة ببروتينات نواقل الالكترونات. – ناقل للبروتونات T2 – كريات مذنبة تحتوي (ATP Synthase). – طبقة مضاعفة من الدسم.	– وجود قنوات كبيرة (بورين) تشكلها بروتينات. – طبقة مضاعفة من الدسم.

3 – وصف الصانعة الخضراء: (راجع إجابة التمرين 2) عضيات خلوية تتواجد في خلايا حقيقية النواة النباتية وحيدات الخلايا ومتعددات الخلايا وهي مقر لعملية تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية كامنة تحتوي من الخارج نحو الداخل: غشاء خارجي ـ داخلي ـ صفائح حشوية داخل الحشوة التي تحتوي على ريبوزومات ADN الصانعات الخضراء....الخ.

II – 1 – الظاهرة الطاقوية المناسبة للحصيلة (س) و(ص):

س : التخمر الكحولي.

ص : التنفس.

2 – المعادلة الإجمالية: للتنفس الهوائي : $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O \longrightarrow 6CO_2 + 12H_2O + E$

المعادلة الإجمالية للتخمر الكحولي: $C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + E$

الحصيلة الطاقوية والكيميائية :

• للتنفس : $38ATP = 4\ ATP + 2FADH2 + 10\ NADH.H^+$

• للتخمر الكحولي: $2ATP =$

3 – الأطوار ومقر كل طور :

ز0 – ز1: التحلل السكري. مقره : الهيولى.

ز1 – ز2 : المرحلة الممهدة لحلقة كريبس وحلقة كريبس. مقره : المادة الأساسية للميتوكوندري.

ز2 – ز3: الفسفرة التأكسدية. مقرها : الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

4 – المعادلة الإجمالية لكل طور.

التحلل السكري :

$$C_6H_{12}O_6 + 2NAD^+ + 2\ ADP + 2Pi \longrightarrow 2CH3\text{–}CO\text{–}COOH + 2ATP + 2NADH.H^+$$

المرحلة التمهيدية لـحلقة كريبس وحلقة كريبس :

$$2CH_3\text{–}CO\text{–}COOH + 6H_2O + 10T^+ \longrightarrow 6CO_2 + 10TH.H^+$$

الفسفرة التأكسدية :

$$12TH.H^+ + 6O_2 + 34ADP + 34Pi \longrightarrow 34ATP + 12T + 12H_2O$$

5 – أ – تفسير المنحنيات والعلاقة : إثر حقن O_2 نلاحظ زيادة في تركيز H^+ في الوسط نتيجة أكسدة المرافقات الإنزيمية ($TH.H^+$) وحركة الالكترونات يسمح بضخ البروتونات عن طريق المضخات إلى الحيز ما بين الغشاءين وهذا في الفترة ز1 – ز2 هذا التدفق يؤدي إلى إحداث فارق في تركيز البروتونات التي تنتقل عبر الكريات المذنبة بالميز، بعد ز3 يثبت الـ PH ليعود البروتونات إلى الحالة الأصلية.

العلاقة : تناسب طردي بين تركيز H^+ في الوسط وتشكل ATP.

كلما زاد تركيز البروتونات في الوسط يساهم في تركيب الـ ATP.

ب – الرسم: راجع التمرين 53.





إجابة التمرين 95

1 — الاختلافات البنيوية:
الشكل (أ) لا يحتوي على صانعات خضراء لغياب الضوء.
الشكل (ب) يحتوي على صانعات خضراء لوجود الضوء.
التعليل : اليوغلينا لا تشكل صانعات خضراء إلا بوجود الضوء.

2 — تمثل العضية A: صانعة خضراء وعلى مستواها تتم ظاهرة التركيب الضوئي.
تمثل العضية B: ميتوكوندري على مستواها تتم ظاهرة الأكسدة الخلوية.

3 — التفسير :
- في الوسط (1) في وجود الضوء : تحول اليوغلينا (الماء والأملاح المعدنية) إلى مواد عضوية أثناء عملية التركيب الضوئي لاحتوائها على صانعة خضراء، ثم لاحتوائها على ميتوكوندري يتم هدم كلي للمادة العضوية أثناء التنفس لتركيب طاقة على شكل ATP اللازمة لحركتها وتكاثرها وفي غياب الضوء تموت لغياب المادة العضوية.
- في الوسط (2) رغم غياب الضوء تتمكن اليوغلينا من إنتاج الطاقة اللازمة لحركتها وتكاثرها أثناء تنفسها نتيجة احتواء الوسط للمادة العضوية (الغلوكوز).

4 — تحليل المنحنى: يمثل المنحنى كمية الـ CO_2 المشع وكمية اليخضور بدلالة الزمن.
نلاحظ أنه بزيادة كمية الـ CO_2 المشع الممتص من طرف اليوغلينا تزداد كمية اليخضور المتشكلة.
الاستخلاص: عملية التركيب الضوئي هي عملية محفزة لتركيب اليخضور.

5 — الرسم التركيبي : (راجع إجابة التمرين 85).

إجابة التمرين 96

I — أ – البيانات:

الرقم	العنصر	الرقم	العنصر	الرقم	العنصر	الرقم	العنصر
1	مــاء	4	$ATP + NADPH_2$	7	حمض البيروفيك	10	هيولى أساسية
2	O_2	5	نشاء	8	ATP		
3	CO_2	6	غلوكوز	9	غشاء هيولي		

ب – تعليل الترتيب :
- في العضية (B) ترتيب (1)و(2)و(3) تصاعديا لأنه في بداية المرحلة الضوئية يتحلل الـماء أولا (1) ثم يتحرر O_2 (2) ثم في المرحلة الظلامية يثبت CO_2 (3).
- في العضية (A) ترتيب (1)و(2)و(3) تنازليا لأنه أثناء التأكسدات الخلوية يتحرر CO_2 (3) أولا ثم يتم إرجاع O_2 (2) بعد أكسدة النواقل ثم يتشكل الماء (1) باتحاد O^{-2} مع $2H^+$.

II — أ – إعادة الرسم مع كتابة البيانات (راجل إجابة التمرين 97).

ب – التعليل : تعتبر هذه الجزيئة ذات قدرة طاقوية عالية لاحتوائها على روابط ذات طاقة عالية عند إماهتها تتحررهذه الطاقة.

جـ – تعليل استعمال الطاقة:
- شكل (أ): البناء استعمال الخلية للطاقة في بناء العديد من المركبات منها انطلاقا من جزيئات بسيطة وتصرف في ذلك لتكوين الروابط الجديدة.
- شكل (ب): النقل الفعال تصرف الخلايا طاقة لنقل الشوارد عكس تدرج التركيز كما هو الحال في حالة الألياف العصبية المحافظة على كمون الراحة.



• شكل (ج): عند البلعميات تصرف جزء من الطاقة من أجل الحركة وبلعمة الجزيئات المختلفة.

إجابة التمرين 97

I — 1 – أ – التعرف على العناصر المرقمة : 1 ـ نواة، 2 ـ ميتوكوندري، 3 ـ هيولى، 4 ـ فجوة، 5 ـ صانعة خضراء، 6 ـ جدار سيليلوزي.

ب – نوع الخلية : خلية نباتية يخضورية.

التعليل: – وجود صانعات خضراء، وجود جدار سيليلوزي، وجود فجوة نامية.

2 – أ – درجة إماهة الجزيئة "س": إماهة كلية.

ب – الوحدة المبينة في الوثيقة (02): سكر خماسي (الريبوز).

أهميته في العضوية : يدخل في بناء الأحماض النووية (ARN ، ADN) والمركبات الطاقوية.

جـ – بقية الوحدات هي: • قاعدة آزوتية (أدنين A).

• ثلاثة جزيئات حمص الفسفور (P).

د – الجزيئة (س) هي : ATP (أدينوزين ثلاثي الفوسفات).

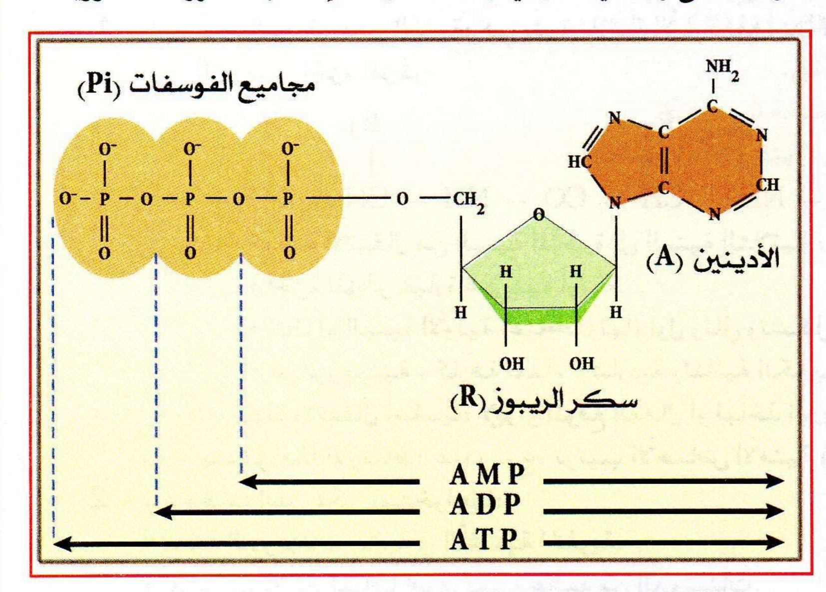
ذات قدرة طاقوية عالية : لاحتوائها على رابطتين غنيتين بالطاقة، وعند إماهتهما تحرر طاقة فورية.

هـ – الرسم :

A : أدنين

R : ريبوز

P : حمض فوسفور



II — أ – 1 – شروط انطلاق الأكسجين: في الشكل (1): وجود الضوء، واليخضور.

2 – الظاهرة الطاقوية المدروسة هي : التركيب الضوئي.

3 – مراحل الظاهرة :

• مرحلة كيموضوئية وتتطلب وجود الضوء بشكل مباشر، يخضور وماء إظافة لمستقبل الالكترونات.

• مرحلة كيموحيوية : لا تتطلب الإضاءة بشكل مباشر، بل تتطلب نواتج المرحلة الكيموضوئية وCO_2.

4 – نعم، يمكن للمرحلة الظلامية أن تحدث في وجود الضوء بتوفر CO_2 نتيجة تشكل نواتج المرحلة الكيموضوئية حيث يتم تثبيت CO_2 وتركيب السكر.

5 – المعادلة الإجمالية للمرحلة الكيموضوئية :

$$H_2O + NADP^+ + ADP + Pi \xrightarrow[\text{يخضور}]{\text{ضوء}} \frac{1}{2} O_2 + NADPH.H^+ + ATP$$

المعادلة الإجمالية للمرحلة الظلامية :

$$6CO_2 + 12(NADPH.H^+) + 18\ ATP \xrightarrow{\text{أنزيمات}} C_6H_{12}O_6 + 6H_2O + 12NADP^+ + 18\ (ADP + Pi)$$

6 – مخطط وظيفي يمثل العلاقة بين المرحلتين: راجع التمرين 36.

ب – 1 – كتابة البيانات : 1 ـ عرف، 2 ـ كريات مذنبة، 3 ـ غشاء داخلي، 4 ـ غشاء خارجي.
5 ـ مادة أساسية (حشوة)،

2 – أ – المعلومات المستخلصة :

من 1 – 2 : الميتوكوندري لا يستهلك الغلوكوز كمادة أيض مباشرة بل تستهلك حمض البيروفيك.
من 2 – 3: استهلاك حمض البيروفيك وإنتاج الطاقة من طرف الميتوكوندري يتطلب وجود الـ O_2.
من 2 – 6: الأكسجين الممتص هو المستقبل النهائي للالكترونات في السلسلة التنفسية.

ب – تفسير النتائج المحصل عليها في المرحلة (04): رغم نزع الكريات المذنبة إلا أن تركيز الـ O_2 يتناقص في الوسط دلالة على استمرار أكسدة النواقل المرجعة نتيجة سلامة السلسلة التنفسية لكن لا تتشكل إلا كمية قليلة من ATP مصدرها حلقة كريبس.

جـ – مقر إنتاج الـ ATP على مستوى الكريات المذنبة في الغشاء الداخلي للميتوكوندري.

إجابة التمرين 98

I – 1 – أ – α – التعرف على البنية: هي بنية ثلاثية الأبعاد للبروتين لاحتوائها على سلسلة بيبتيدية واحدة.

β – بنية الجزء المؤطر:

$$\begin{array}{ccccccccccccccc} & & R_1 & & & & R_2 & & & & R_3 & & \\ & & | & & & & | & & & & | & & \\ - & NH & - CH - & CO & - & NH & - CH - & CO & - & NH & - CH - & CO & - \end{array}$$

γ – كيفية الانتقال من البنية المؤطرة إلى البنية الثلاثية :

- الجزء المؤطر عبارة عن بنية أولية.
- انطواء البنية الأولية (هنا تحلزنها) أول وثاني وتشكل وربابط متنوعة تحافظ عليها:
 هيدروجينية ، كارهة للماء ، شاردية وثنائية الكبريت.

هذا الانتقال أساسيا: لإبراز الموقع الفعال أو ليأخذ البروتين تخصصه البيولوجي (الوظيفي).

ب – يتمثل هذا الارتباط: عدد، نوع، ترتيب الأحماض الآمنية في بنيته الفراغية.

2 – الملاحظات التي يمكن استخراجها:

- نسبة البروتينات عالية في الأغشية الخلوية.
- المكونات الأكثر نشاطا تحوي نسبة عالية من البروتينات.

الاستنتاج : تواجد البروتينات بنسب عالية يدل على أن لها دورا في التفاعلات البيولوجية (الأيضية) للخلية.

II – 1 – أ – 1 ـ المنطقة المتغيرة، 2 ـ المنطقة الثابتة، 3 ـ سلسلة ثقيلة، 4 ـ المنطقة المتغيرة،
5 ـ المنطقة الثابتة، 6 ـ سلسلة خفيفة.

ب – الطبيعة الكيميائية للجسم المضاد هي بروتين من نوع γ غلوبيولين.

جـ – α – تحليل : عدم تشكيل معقد مناعي بين الجسم المضاد ومولدي الضد (3 – 4).
الاستنتاج: عمل الجسم المضاد نوعي.

β – يوجد تكامل بنيوي بين مولد الضد والجسم المضاد بسبب وجود المواقع الفعالة التي تحددها المناطق المتغيرة ومحددات الضد، والموقع الفعال (موقع محدد مولد الضد) يختلف من جسم مضاد إلى آخر مما يكسبه تخصص عال.

2 – أ – المقارنة بين سلاسل ADN : ADN الشخص العادي يختلف عن ADN الشخص المريض في النيوكليوتيدة رقم 17 على مستوى الرامزة السادسة حيث تم استبدال نيوكليوتيدة (T) بنيوكليوتيدة (A).
المقارنة بين متعددي الببتيدين: متعدد الببتيد الشخص العادي يختلف عن متعدد الببتيد الشخص المريض في الحمض الأميني رقم (6) حيث يعوض حمض الجلوتاميك بحمض الفالين.



المقارنة بين ADN ومتعدد الببتيد: تغير الثلاثية CTC إلى CAC أدى إلى تغير في نوع الحمض الأميني (حمض الفالين بدل حمض الجلوتاميك).

ب – أصل المرض: طفرة وراثية (مرض وراثي).

جـ – تعليل تنوع وتخصص البروتين:

- التخصص: إن تركيب البروتين مشفر.
- التنوع: تنوع ترتيب النيوكليوتيدات.

III — دور البروتينات في المظاهر الخلوية :

– التعرف على الذات واللاذات.

– نقل المعلومات هرمونية، وراثية،عصبية.

– النقل الغشائي والتحكم في المبادلات وسائط في التفاعلات الحيوية (الإنزيمات).

– الإنزيمات : الطبيعية الكيميائية.

– دور البروتينات في الدفاع عن الذات.

– دور البروتينات في النقل العصبي :

- القنوات بأنواعها: ـ قنوات التسرب.

  ـ القنوات المتعلقة بالفولطية.

  ـ القنوات المتعلقة بالكيمياء.

- مستقبلات الوسيط الكيميائي.
- مضخة الـ Na^+ و الـ K^+ ومضخة الـ Ca^{++}.
- الإنزيم المخرب للوسيط حتى لا يبقى تأثيره مستمرا.

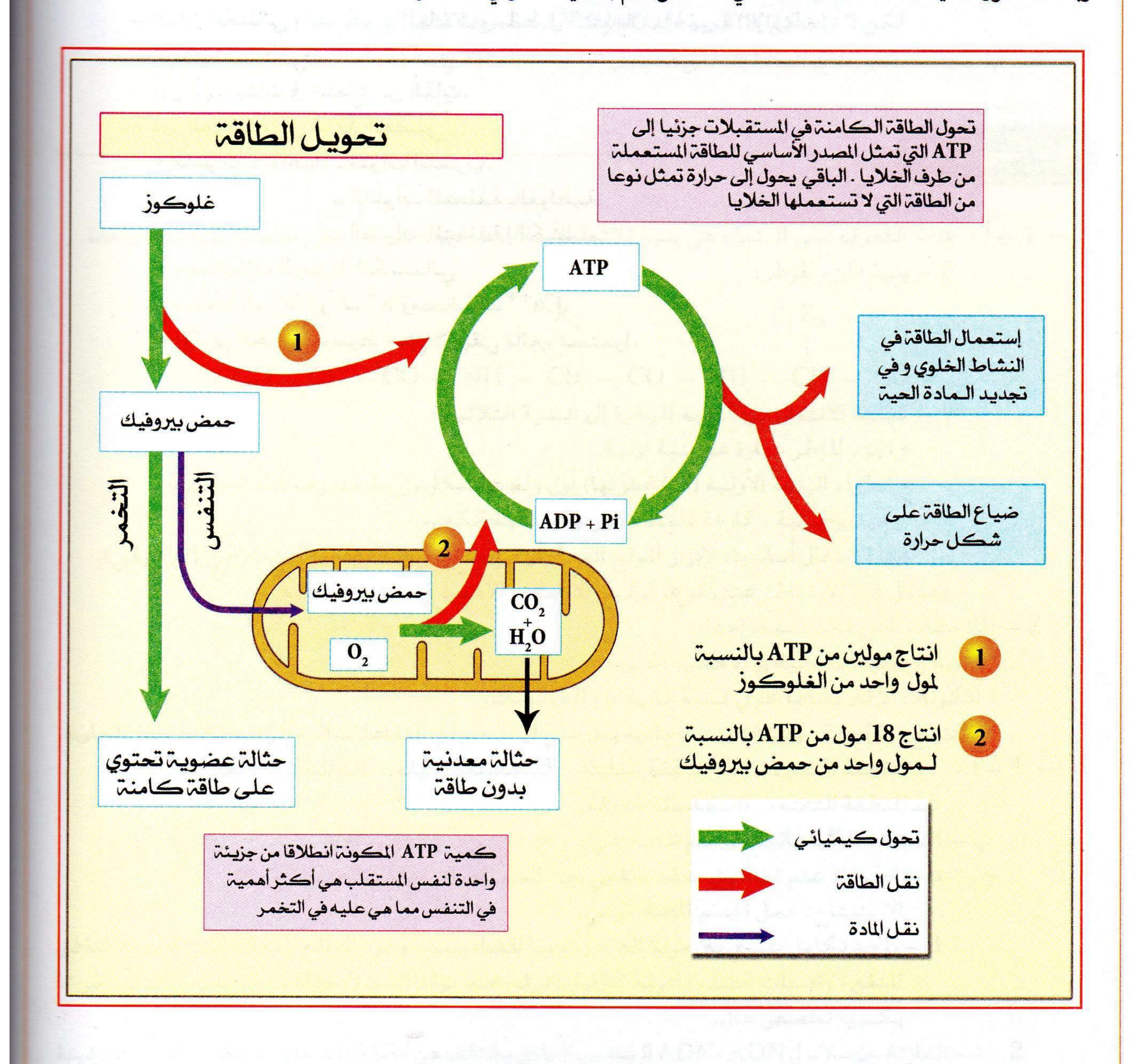
كيفية تشكل الـ ATP داخل الخلية وتجديده

تعتبر جزيئة الـ ATP المصدر الأساسي للطاقة المستخدمة مباشرة من طرف الخلايا، ولكن مخزون الخلية من الـ ATP محدود جدا، داخل الخلية لذا لابد من تجديدها بإستمرار بفضل ظاهرتي :

– التنفس: مادة الأيض ⟵(نزع تام لـ H) حثالة معدنية بدون طاقة.

– التخمر: مادة الايض ⟵(نزع جزئي لـ H) حثالة عضوية تحوي طاقة كامنة.

والظاهرتين يتضمنان مرحلة موحدة وهي التحلل السكري في الهايلوبلازم يتحول بموجبها الغلوكوز إلى حمض البيروفيك. وبذلك تكون كمية الـ ATP المتشكلة في التنفس أهم بكثير مما هو في التخمر.



مخطط تركيبي لإستهلاك المادة وتدفق الطاقة على مستوى الخلية

مواد عضوية
سكريات , دهنيات , بروتيدات
مواد معدنية
ATP
أو
التخمر
مواد عضوية تحتوي على طاقة كامنة
التنفس
T^+
عرف
دورة KREBS
TH,H^+
ميتوكوندري
تفسفر مؤكسد
NH_3
CO_2
ADP
+ Pi
المادة الأساسية
ATP
نشاط خلوي
H_2O
$2H^+$
نقل نشيط
تقلص عضلي
$1/2\ O_2$
ADP
تركيب المواد العضوية
حرارة
احماض امينية
بروتينات
ADP
بناء وتجديد المادة الحية
تتحكم النواة في انتاج البروتينات

التعليق على المخطط التركيبي لإستهلاك المادة وتدفق الطاقة على مستوى الخلية

تعتبر الحاجات من المادة والطاقة أساسية لضمان تشييد بنيات الكائنات الحية وصيانتها، وكذلك لتمكين هذه الكائنات من إنجاز وظائفها. وتعتبر تبادلات المادة والطاقة بين الكائن الحي والمحيط قاعدة أساسية تعم مختلف الكائنات الحية.

فعلى مستوى الخلية، تنتج الظواهر البيولوجية (النمو، تجديد البنيات، الحركة ...) من تفاعلات محررة للطاقة وأخرى مستهلكة لها، وتشكل جزيئة ATP الوسيط الأمثل لهذه التفاعلات. وتستخلص الطاقة من مواد الايض بواسطة سلسلة من التفاعلات الكيميائية (التنفس أو التخمر) ويحرر جزء من هذه الطاقة على شكل حرارة.

تستعمل الطاقة المستخلصة من ATP في مختلف الانشطة البيولوجية (حركة، تركيب، نقل فعال...).



المجال الثالث

جيولوجيا

(التكتونية العامة)

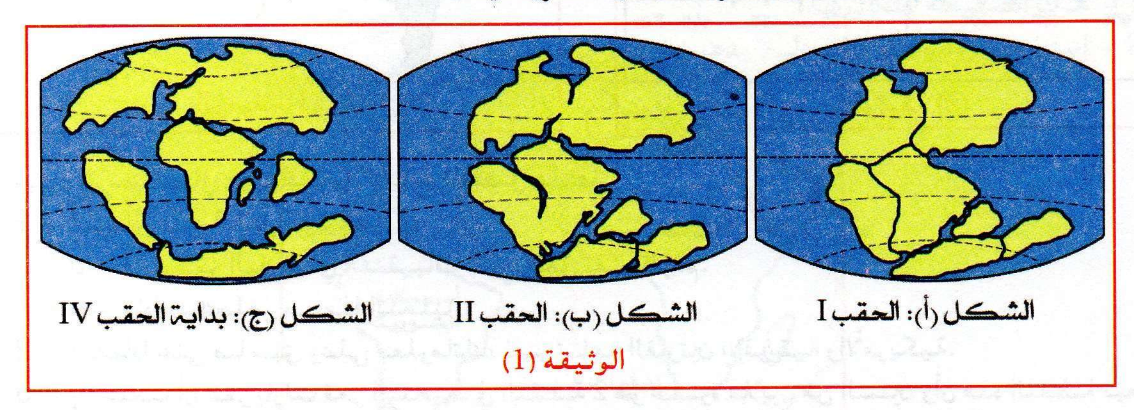
التمارين

تمرين 1

أ – أشكال الوثيقة (1) (أ، ب، ج) توضح الأفكار الأساسية لنظرية زحزحة القارات للألماني فيڤنر Wegner في كتابه نشأة القارات والمحيطات.

1 – كيف كانت وضعية القارات في الحقب الأول؟

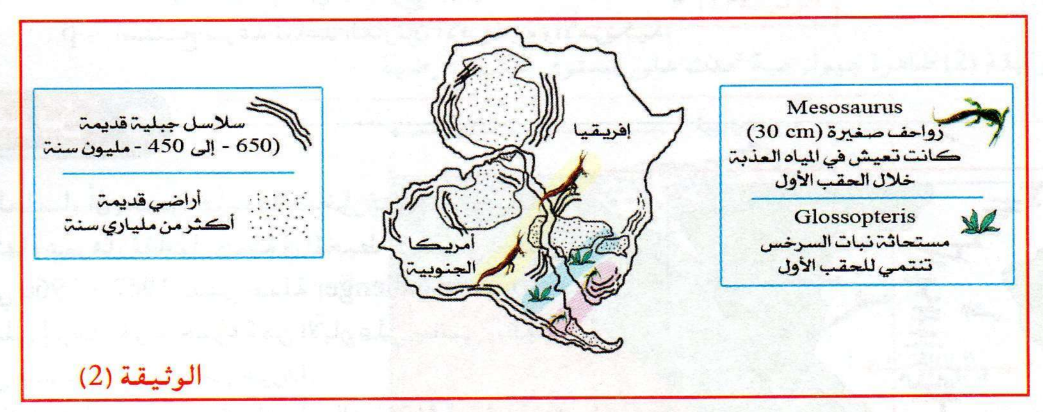
2 – من معطيات الوثيقة (1) حدد الفكرة الأساسية لنظرية فيڤنر.



الشكل (أ): الحقب I — الشكل (ب): الحقب II — الشكل (ج): بداية الحقب IV

الوثيقة (1)

ب – تبين الوثيقة (2) انتشار الأراضي القديمة التي تفوق عمرها 250 مليون سنة على مستوى قارتي إفريقيا وأمريكا الجنوبية.



الوثيقة (2)

1 – قارن بين الصخور القديمة في كل من إفريقيا وأمريكا الجنوبية.

2 – ما هو تفسير وجود مستحاثة الميزوزور ونبات السرخس في هاتين المنطقتين فقط؟

3 – كيف يمكن لهذه المعلومات تأكيد نظرية فيڤنر؟

4 – أستخرج من الوثيقة تأكيدًا آخر لنظرية فيڤنر.

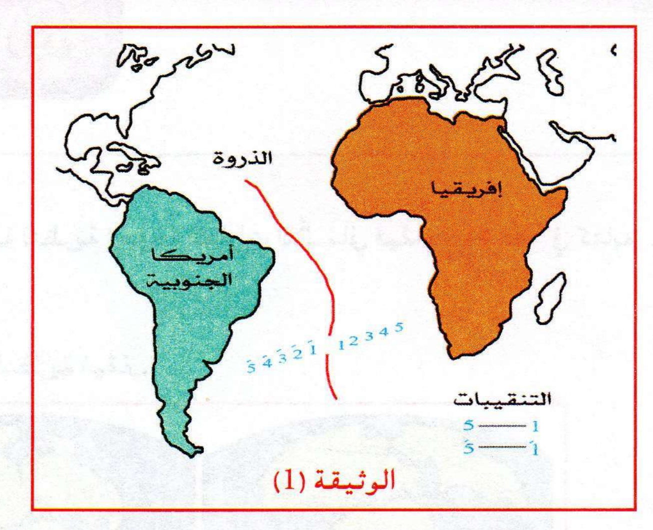
تمرين 2

أ – في بداية القرن العشرين، لاحظ العالم wegner تكامل الساحل الغربي لإفريقيا والساحل الشرقي لأمريكا الجنوبية عند تقريب الخريطتين الجيولوجيتين، إضافة إلى تطابق الصخور القديمة لهاتين القارتين، فافترض أنها كانتا تشكلان في الأصل كتلة قارية واحدة.

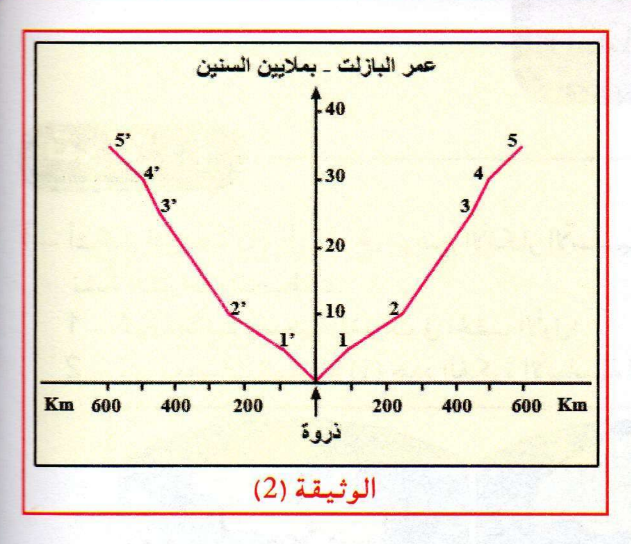
– أذكر دليلا آخر يدعم هذه النظرية ولم يتطرق إليه النص .

ب – مكنت التنقيبات التي أجريت سنة 1968 بأعماق المحيط الأطلسي الجنوبي من جهتي الذروة المحيطية الوثيقة (1) من تحديد عمر الصخور البازلتية المأخوذة على مسافات مختلفة من هذه الذروة.





الوثيقة (1)



الوثيقة (2)

ويبين الرسم البياني الوثيقة (2) النتائج المحصل عليها.

1 – اعتمادا على تحليل الوثيقة (2).

α – قارن عمر البازلت في التنقيبات التي تحمل نفس الرقم.

β – ماذا تستخلص من هذا التحليل؟

2 – اعتمادا على ما سبق وعلى معلوماتك، فسر تباعد القارتين الإفريقية والأمريكية.

3 – إذا علمت أن عمر بازلت قعر المحيط في النقطة 2 هو عشرة ملايين من السنين وأن هذه النقطة تبعد عن الذروة بـ 200 km.

α – أحسب السرعة التي ابتعد بها بازلت هذه النقطة عن الذروة بـ (cm/an).

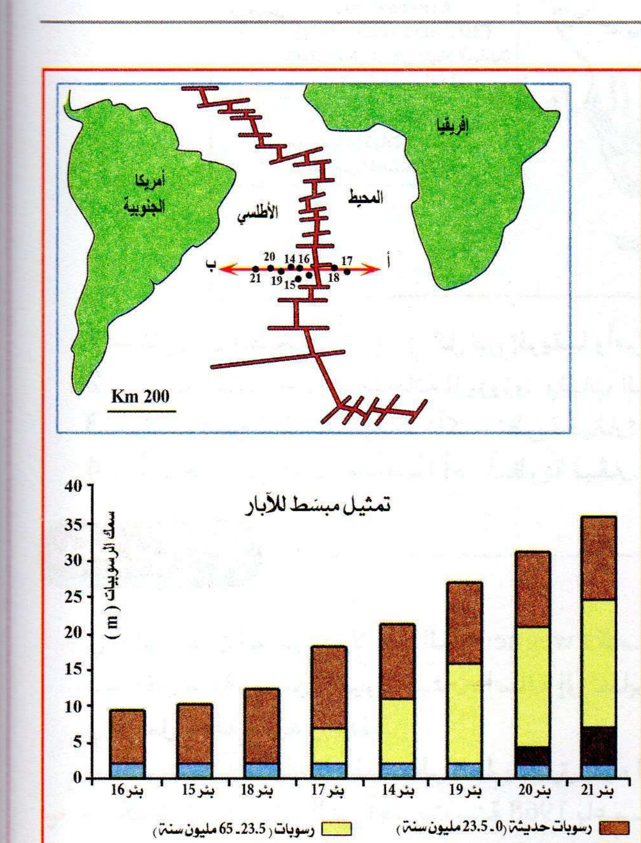
β – استنتج سرعة تباعد القارتين الإفريقية والأمريكية.

تمرين 3

أراد العلماء أن يحددوا طبيعة صخور قاع المحيطات، سمكها وعمرها، فقاموا بحملة في المحيط الأطلسي الجنوبي سنتي 1966 – 1967 تدعى حملة Glomar Challenger، وتم على إثرها حفر مجموعة من الآبار على جانبي الظهرة وعلى مسافات متفاوتة من محورها.

تبين الوثائق المجاورة موقع الآبار بالنسبة للظهرة، سمك وعمر الرسوبات:

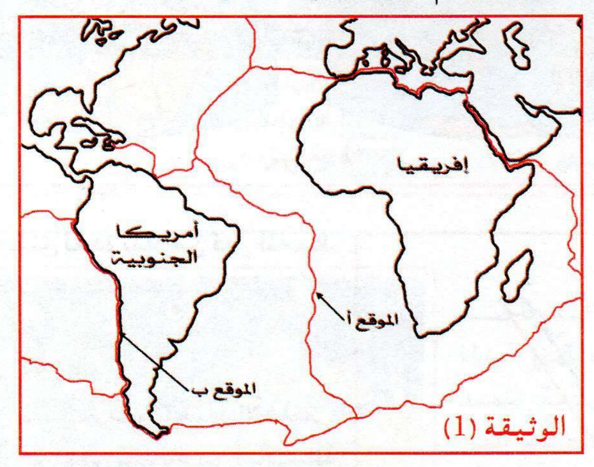
البئر	البعد عن الظهرة بالـ كلم	عمر الرسوبات
16	200	10
15	400	22
18	500	23.5
17	625	31
14	750	39
19	1010	47
20	1400	66
21	1750	72



1 – ما هي العلاقة بين سمك الرسوبات والبعد عن الظهرة ؟
2 – ما هي العلاقة بين عمر الرسوبات والبعد عن الظهرة؟
3 – مثل برسم تخطيطي المقطع (أ ـ ب) الممثل على الخريطة آخذًا بعين الاعتبار سمك الرسوبات وعمرها.
4 – ماذا نستنتج ؟

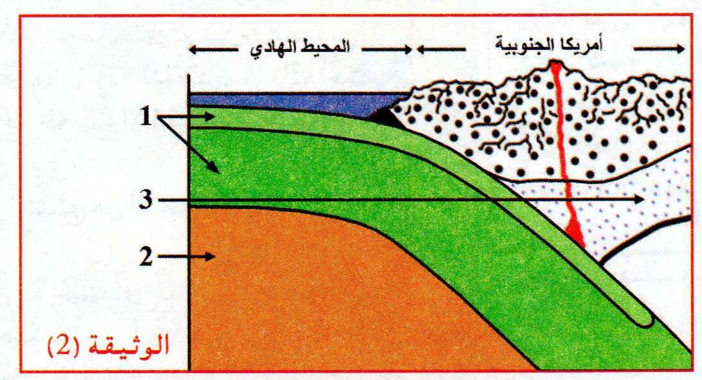
تمرين 4

أ – تمثل الوثيقة (1) جزء من خريطة لمنطقة من الكرة الأرضية تتكون من صفيحتين تكتونيتين.
1 – عرف الصفيحة التكتونية.
2 – استخرج من الوثيقة (1)، دليلا يدعم نظرية زحزحة القارات.



الوثيقة (1)

ب – تمثل الوثيقة (2) ظاهرة جيولوجية تحدث على مستوى الكرة الأرضية.



الوثيقة (2)

1 – أذكر الأسماء المناسبة للأرقام 1 و 2 و 3 للوثيقة (2).
2 – سم الظاهرة الممثلة في الوثيقة (2).
3 – حدد أي الموقعين (أ) و(ب) تحدث فيه الظاهرة الممثلة في الوثيقة (2).

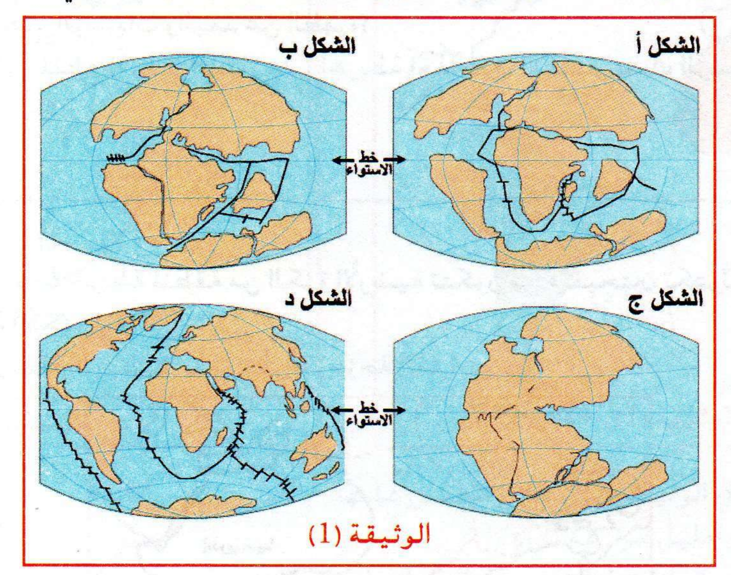
جـ – تحدث ظاهرة أخرى تؤدي إلى عكس ماهو ممثل في الوثيقة (2).
1 – سم هذه الظاهرة.
2 – إستنتج تأثير هاتين الظاهرتين على حجم الكرة الأرضية.

تمرين 5

أ – تمثل أشكال الوثيقة (1) الموالية التطور الجغرافي للكرة الأرضية خلال 200 مليون سنة الأخيرة، كما حددها لأول مرة DIETZ وHOLDEN سنة 1970.
1 – رتب هذه الأشكال حسب تطورها عبر الزمن الجيولوجي.

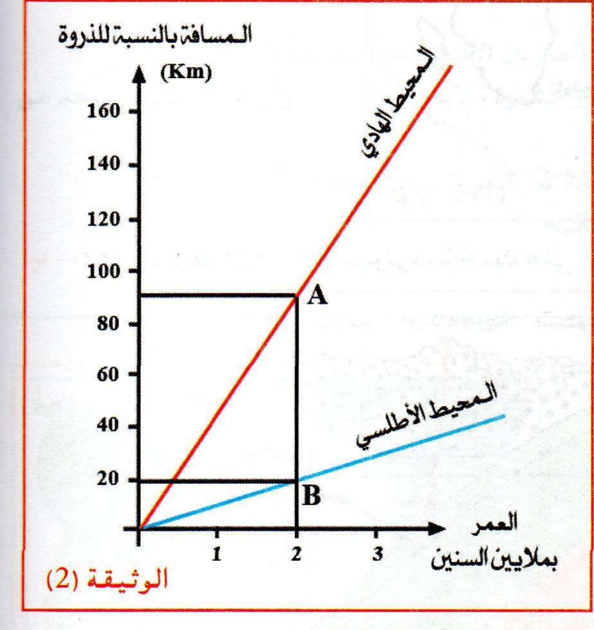


2 – يمكن أن نستخلص من هذا الترتيب نظرية جيولوجية ذات أهمية كبيرة. ما هي هذه النظرية؟



الوثيقة (1)

ب – تبين الوثيقة (2) العمر المطلق لعدة نقط من قعر المحيط الأطلسي والمحيط الهادي حسب بعدها عن ذروة كل محيط.



الوثيقة (2)

1 – حلل منحنيي الوثيقة (2).

2 – استخرج من هذه الوثيقة عمر قعر المحيط الأطلسي والمحيط الهادي الموجود على بعد 30 Km بالنسبة للذروة.

3 – ماذا يمكنك استنتاجه من مقارنة هاذين العمرين.

4 – باستعانتك بإحداثيات النقطتين A وB، أحسب سرعة امتداد قعر المحيط الأطلسي والمحيط الهادي بـ cm في السنة.

5 – هل تمكنك هذه النتائج من التحقق عن إجابتك على السؤال 3.

6 – باعتمادك على ما سبق أي الذروتين تعتبر أكثر نشاطا؟ علل إجابتك.

7 – فسر بواسطة رسم تخطيطي مبسط كيفية امتداد قعر المحيطات.

تمرين 6

تمثل الوثيقة الموجودة في الصفحة الموالية خريطة جيولوجية مبسطة لجزيرة إسلندا التي تقع على امتداد ذروة المحيط الأطلسي الشمالي، تشكل صخور البازلت 99 % من هذه الجزيرة.

1 — ماذا تمثل المنطقة التي تتموضع فيها البراكين النشيطة في هذه الجزيرة؟

2 — كيف يتطور عمر البازلت كلما ابتعدنا عن محور البراكين النشيطة؟

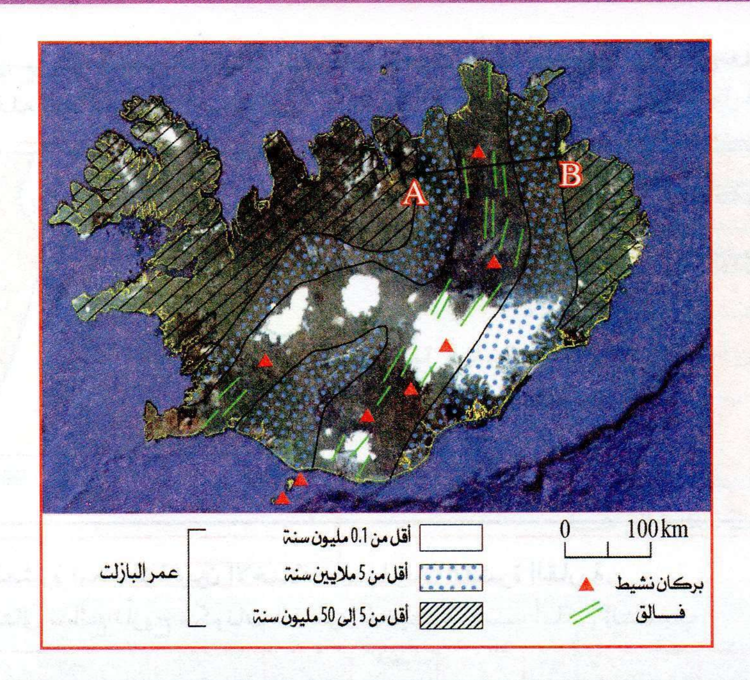
3 — اعتمادا على مقياس ومعطيات خريطة الوثيقة احسب بـ km:

– المسافة الحالية الفاصلة بين النقطتين A و B.

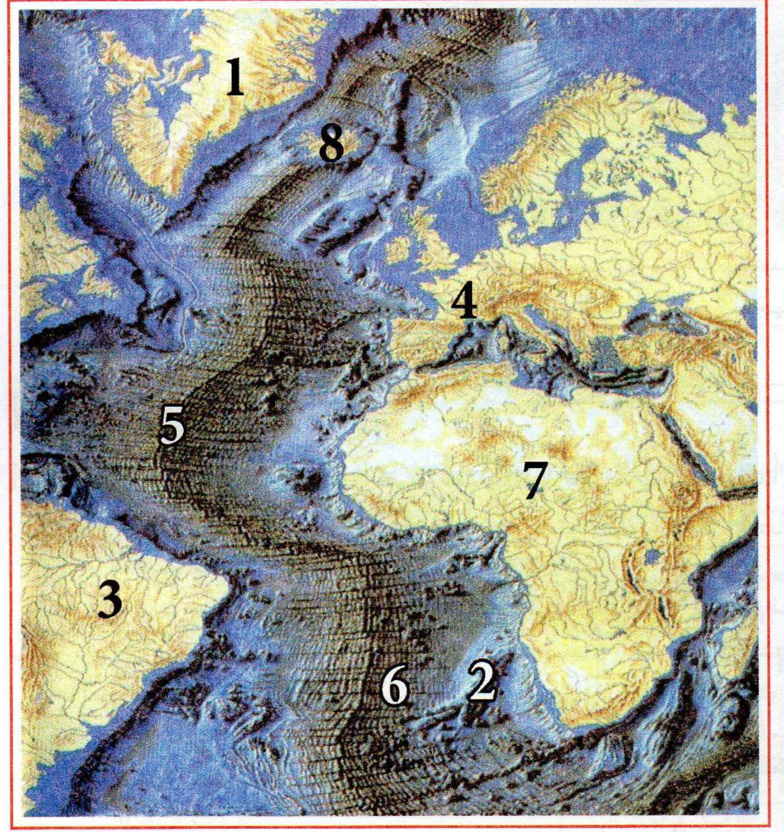
– المسافة الفاصلة بين النقطتين A وB في الزمن 0,1 – مليون سنة.

4 — فسر كيفية تموضع البازلت حسب الزمن في هذه الجزيرة.





تمرين 7



تغطي المحيطات حوالي ثلثي المساحة الكلية للأرض حيث تنتشر مناطق البناء وتتشكل ظهرات وسط محيطية، تمتد الظهرات وسط محيطية في العالم على طول يقدر بـ 7500 كلم، وتزداد مساحة المحيطات كل عام بـ 3 كلم^2 أي ما يعادل انبثاق 20 كلم^2 من الماغما، حيث تعتبر الظهرات مناطق تجدد القشرة الأرضية.

1 — حدد نوع الحركة التكتونية التي تسببت في تشكل الظهرات وسط محيطية.

2 — ضع البيانات التالية مكان الأرقام المبينة على الخريطة: (ظهرة، جزيرة بركانية (إسلندا)، قارة إفريقيا، المحيط الأطلسي، قارة أوروبا، سلاسل جبلية تحت بحرية، قارة أمريكا الجنوبية، سلاسل جبلية قارية).

3 — استنتج إذن التضاريس المميزة للظهرات.

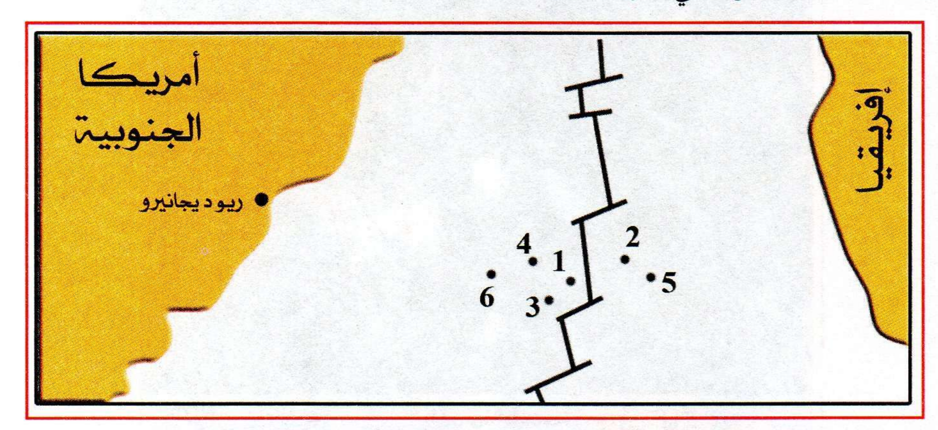
تمرين 8

أ — توحي مقارنة الحدود الغربية للقارة الإفريقية بالحدود الشرقية لأمريكا الجنوبية بفكرة إمكانية إلتحام القارتين في سالف الأزمنة الجيولوجية قبل افتراقهما بميلاد المحيط الأطلسي الجنوبي الذي اتسع بشكل تدريجي. أدت هذه الملاحظة إلى بناء نظرية علمية تقترح تفسيرا لهذه الظاهرة الملاحظة.

— سم هذه النظرية العلمية.



ب – لتوضيح بعض جوانب هذه النظرية، أنجزت تنقيبات في عرض المحيط الأطلسي، إلى غاية القشرة المحيطية، وتمثل الوثيقة أسفله الأماكن التي أجريت فيها التنقيبات.



– ذكر بمكونات القشرة المحيطية وبين الاختلاف بينها وبين القشرة القارية.

جـ – يلخص الجدول التالي نتائج تأريخ مكونات القشرة المحيطية حسب أماكن التنقيب.

رقم التنقيب	1	2	3	4	5	6
مسافته من الذروة بـ km	225	450	500	660	800	1000
العمر بملايين السنين	11	23	25	33	40	48

1 – مثل بيانيا عمر مكونات القشرة المحيطية بدلالة المسافة من الذروة .

2 – احسب سرعة ابتعاد نقطة ما عن الذروة واستنتج سرعة تباعد القارتين.

3 – كيف يفسر ثبات قطر الكرة الأرضية رغم اتساع القشرة المحيطية على مستوى الذروة؟

تمرين 9

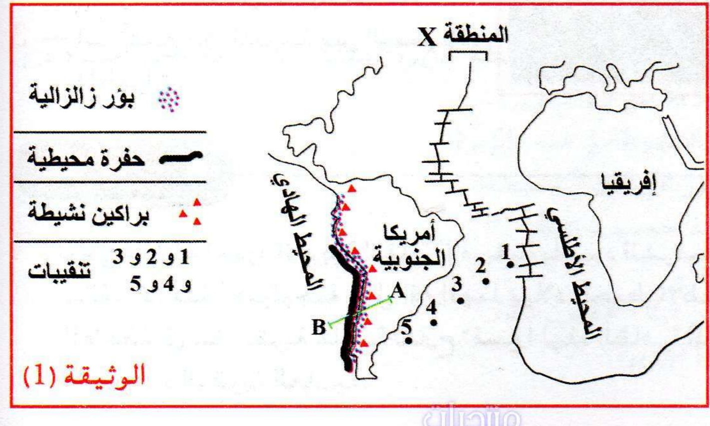
أ – أسس العالم Alfred Wegner حوالي سنة 1910 نظرية جديدة مفادها أن القارتين الأمريكية والإفريقية كانتا قديما ملتحمتين ثم افترقتا لتبتعد الواحدة عن الأخرى خلال الأزمنة الجيولوجية المتتالية.

1 – ما إسم النظرية التي أسسها العالم Wegner ؟

2 – أذكر برهانين من البراهين التي اعتمد عليها Wegner لتقديم نظريته.

ب – من أجل إثبات نظرية Wegner أنجزت الدراستان التاليتان في المنطقة الممثلة في الوثيقة (1) الآتي.

الدراسة الأولى: تم تحديد عمر أقدم الرواسب في نقط التنقيبات المرقمة في الوثيقة (1) الشيء الذي مكن من الحصول على النتائج الممثلة في الوثيقة (2).



الوثيقة (1)

1 – بماذا تسمى المنطقة X المبينة في الوثيقة (1)؟

2 – اعتمادا على الوثيقة (2) صف تطور أقدم الرواسب بدلالة المسافة على المنطقة x.

3 – فيما تفيدك معطيات الوثيقة (2) في تدعيم نظرية Wegner؟

الدراسة الثانية: مكنت التنقيبات الجيوفيزيائية من إنجاز مقطع التركيب

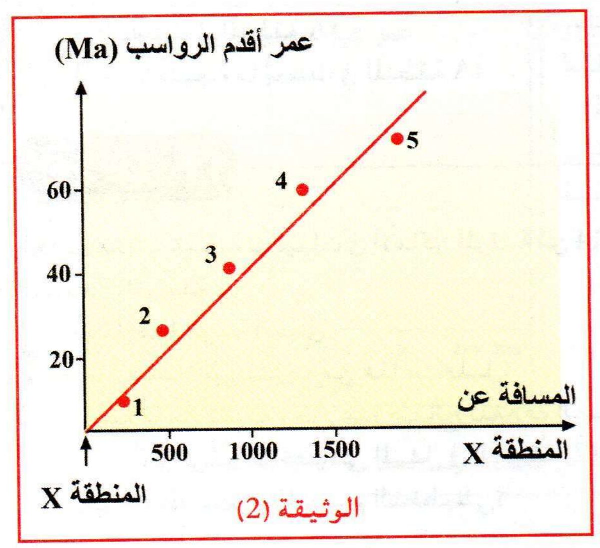
للغلاف الصخري في مستوى المقطع "AB" المبين في الوثيقة (1) وتمثل الوثيقة (3) نتائج هذه الدراسة.

4 – أكتب أسماء العناصر المرقمة في الوثيقة (3).

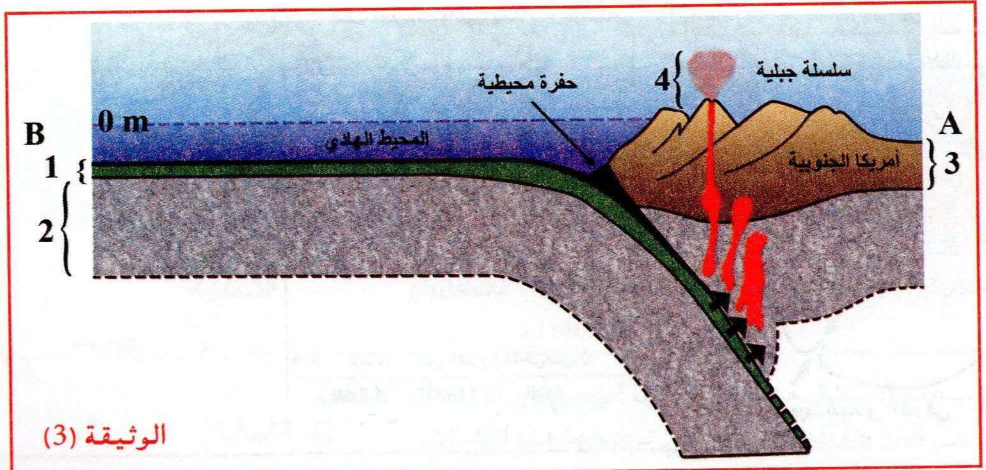
5 – اعتمادا على معطيات الوثيقة (3) فسر لماذا لا يتعدى عمر أقدم الرواسب على قعر المحيطات 200 مليون سنة في حين توجد على القارات صخور يفوق عمرها 3,4 مليار سنة.

6 – إلى أي صنف من أصناف السلاسل الجبلية تنتمي السلاسل الجبلية المبينة في الوثيقة (3) ؟ علل إجابتك.

7 – اعتمادا على المعطيات السابقة وعلى معلوماتك، اشرح ثبات حجم الكرة الأرضية.



الوثيقة (2)

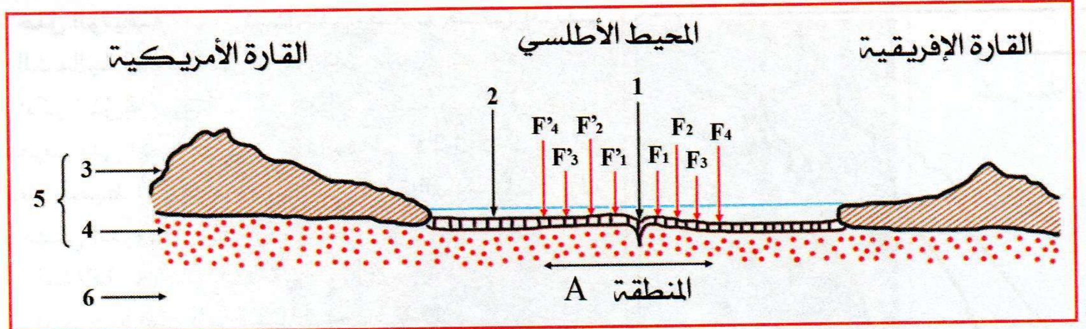


الوثيقة (3)

تمرين 10

أ – تظهر الوثيقة الموالية جزءا من مقطع تخطيطي للكرة الأرضية، وهذا المقطع يوضح نشاطا هاما بها.

– ضع الأسماء المناسبة للعناصر المرقمة على هذه الوثيقة.



ب – أنجزت تنقيبات في المنطقة A مكنت من تأريخ البازلت المكون لها.

يبين الجدول المجاور النتائج المتوصل إليها.

1 – ماذا تستنتج من تحليل هذا الجدول فيما يخص عمر البازلت؟

2 – مستندا على معارفك في هذا الموضوع، أذكر بإيجاز

التنقيبات	عمر البازلت بملايين السنين
F1 و F'1	10
F2 و F'2	40
F3 و F'3	60
F4 و F'4	80



ماذا يحدث في المنطقة A؟
3 – ما نتيجة ما يحدث في المنطقة A؟

تمرين 11

أنجزت سفينة علمية تنقيبات في الأماكن المرقمة من 14 إلى 21 بالمحيط الأطلسي الجنوبي وبلغت هذه التنقيبات القعر البازلتي (الوثيقة 1).

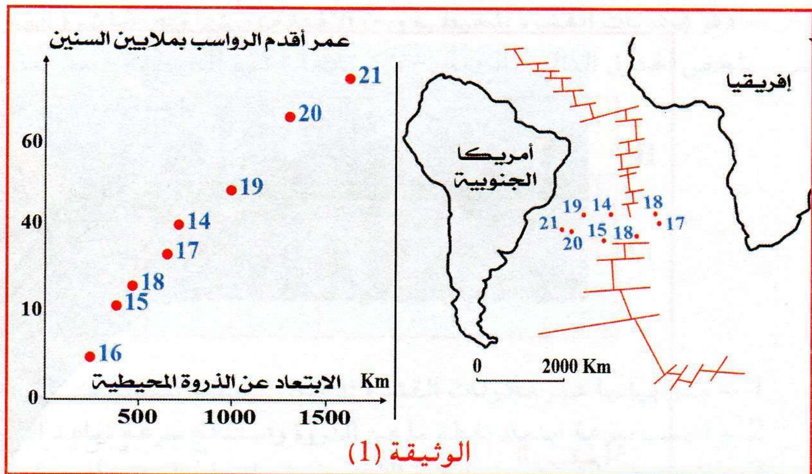
1 – حلل هذا الرسم البياني.

2 – ما الظاهرة المستنتجة من هذا التحليل؟

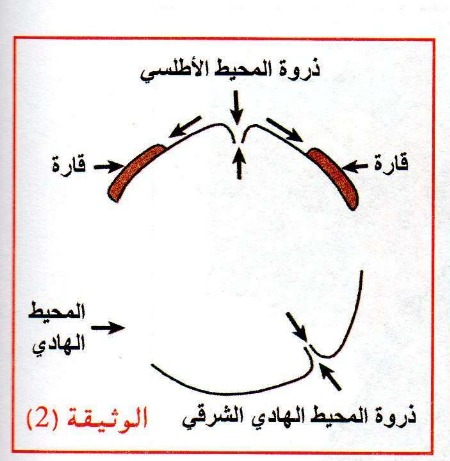
3 – انطلاقا من نظرية وجود عدة صفائح للغلاف الصخري:

أ – أتمم الرسم التخطيطي الممثل في الوثيقة (2)؟

ب – ماذا يظهر هذا الرسم التخطيطي؟



الوثيقة (1)



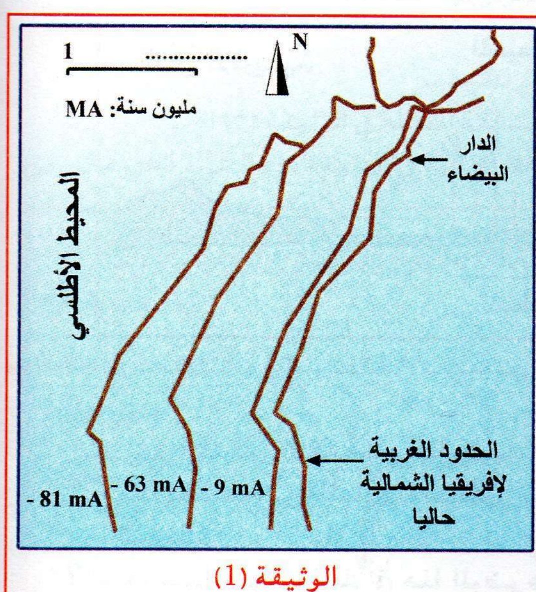
الوثيقة (2)

تمرين 12

أ – بإعادة اكتشاف تاريخ نشوء المحيط الأطلسي، توصل العلماء إلى تحديد الوضعيات المختلفة للحدود الغربية لإفريقيا الشمالية الغربية عبر الزمن الجيولوجي، الوثيقة (1).

1 – حلل الوثيقة (1) مركزا على وضعية حدود إفريقيا الشمالية الغربية عبر الزمن الجيولوجي.

2 – أذكر نظرية علمية تفسر معطيات هذه الوثيقة.



الوثيقة (1)

ب – للتعرف على الآلية المحركة لهذه الحدود أنجزت تنقيبات في قعر المحيط الأطلسي مكنت من تأريخ البازلت المكون له من جهتي الذروة الوثيقة (2).

1 – انطلاقا من تحليلك للوثيقة (1):

α – حدد عمر البازلت المتواجد من جهتي الذروة على بعد:

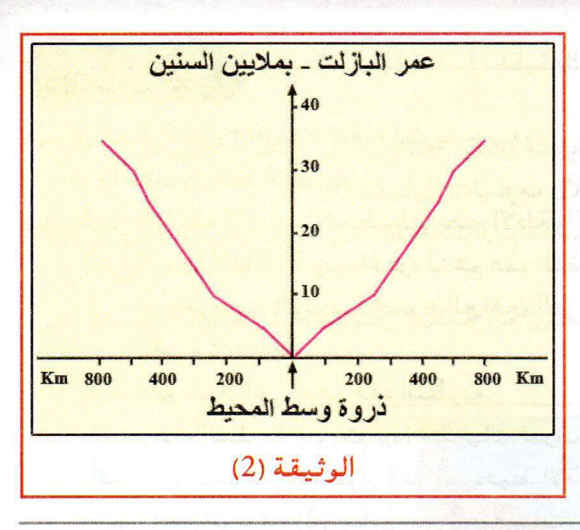
– 100 km

– 200 km

– 300 km

β – استنتج كيف يتغير عمر البازلت في قعر المحيط الأطلسي.

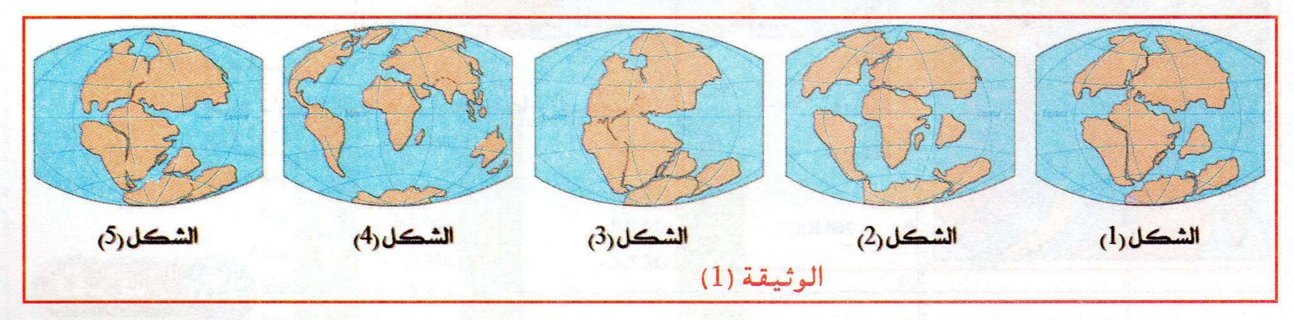
2 – اعتمادا على معطيات الوثيقة (2) وعلى معلوماتك.
– فسر بإيجاز الوضعيات المختلفة لحدود إفريقيا الشمالية الغربية عبر الزمن الجيولوجي الوثيقة (1).
3 – اعتمادا على ما سبق، أنجز رسما تخطيطيا على شاكلة الوثيقة (1) يمثل تغير وضعيات الحدود الشرقية لأمريكا الجنوبية في نفس الفترات الزمنية :
الحاضر 9MA – ، 63MA – ، 81MA –
MA = مليون سنة



الوثيقة (2)

تمرين 13

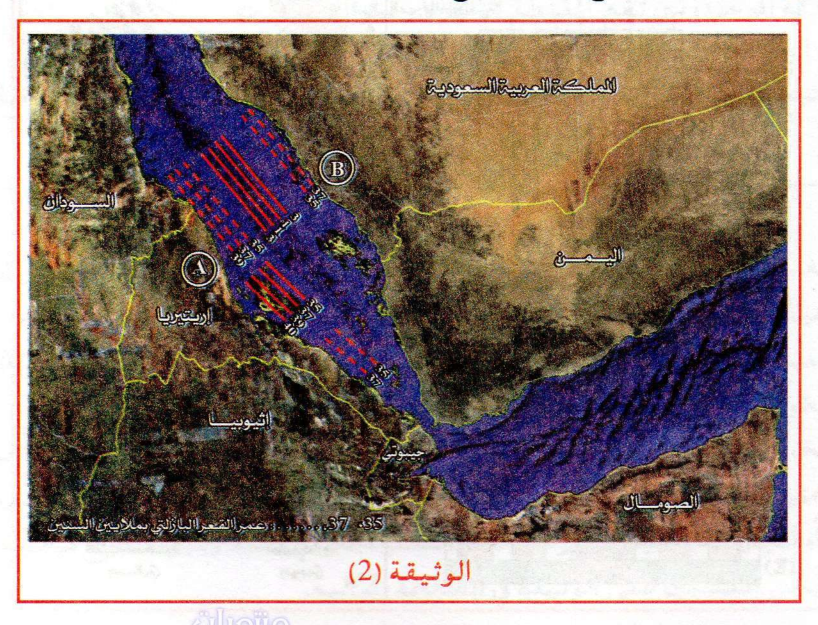
أ – تمثل أشكال الوثيقة (1) وضعية القارات خلال بعض الأحقاب الجيولوجية.



الوثيقة (1)

1 – رتب هذه الأشكال حسب تسلسلها الزمني من الأقدم إلى الأحدث.
2 – ما هي النظرية التكتونية التي توضحها هذه الأشكال.
3 – استخرج من الوثيقة (1) ما يبرهن صحة هذه النظرية.

ب – دراسة قعر المحيطات مكنت من معرفة أعمار الصخور البازلتية المكونة لها، وتبين الوثيقة (2) نتائج هذه الدراسة على مستوى الجزء الجنوبي للبحر الأحمر.
1 – حلل الوثيقة (2) على طول الخط "AB"، ماذا تستنتج؟
2 – استخرج من الوثيقة (2) تاريخ بداية انفتاح البحرالأحمر.



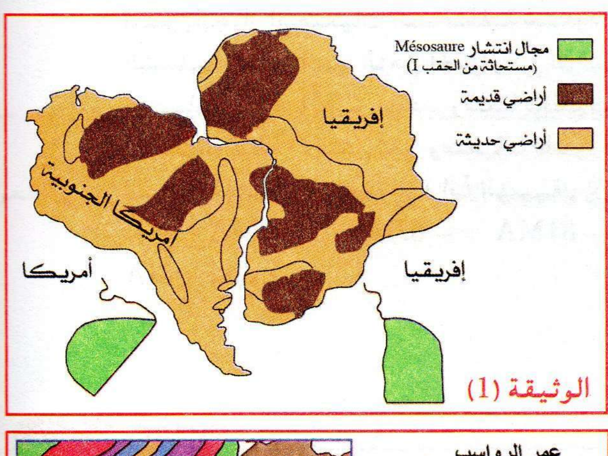
الوثيقة (2)



تمرين 14

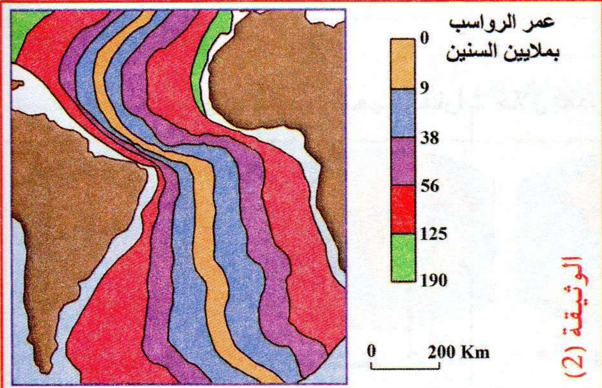
أ – إن العالم الألماني wegner اقترح نظرية جديدة.
– ما مضمون هذه النظرية؟

ب – تمثل الوثيقة (1) رسما تخطيطيا يضم الأدلة والبراهين التي قدمها Bullard ومساعدوه لدعم هذه النظرية.
1 – استخرج من الوثيقة مجموع البراهين التي تدعم نظرية wegner.
2 – قدم دليلا آخر يدعم هذه النظرية.



الوثيقة (1)

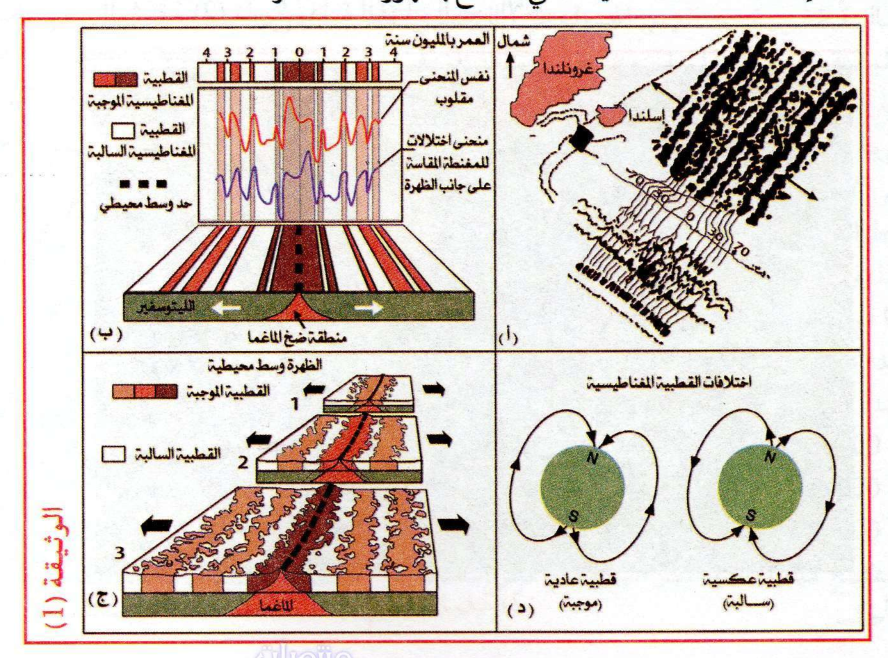
جـ – لدعم هذه النظرية أجريت عدة تنقيبات لدراسة عمر أقدم الرواسب على مستوى قعر المحيط الأطلسي، حيث تمثل الوثيقة (2) نتائج هذه التنقيبات.
1 – حلل هذه النتائج ثم فسرها.
2 – إنطلاقا من الوثيقة (2):
α – استخرج عمر أقدم الرواسب في قعر المحيط الأطلسي.
β – حدد تاريخ وموضع بداية انفتاح المحيط الأطلسي.



الوثيقة (2)

تمرين 15

أ – تم قياس مغنطة منطقة من قاع المحيط الأطلسي الشمالي (الظهرة وسط محيطية) تقع جنوب إسلندا الوثيقة (1 ـ أ) وذلك عن طريق المسح باستعمال جهاز يسحب بواسطة الطائرات أو البواخر مما يسمح بتحديد الإختلالات المغناطيسية (الموجبة أو السالبة) لصخور القشرة المحيطية.
تحصلنا على المنحنى المبين على الوثيقة (1 ـ ب) والذي تمت مقارنته بالمنحنى المقلوب.
تمثل الوثيقة (1 ـ ج) رسما تخطيطيا لتوزيع الأحزمة المغنطة التي تم قياسها على جانبي الظهرة وسط محيطية، وتمثل الوثيقة (1 ـ د) الإختلالات المغناطيسية التي تسمح بظهور هذه الأحزمة المغنطة.



الوثيقة (1)

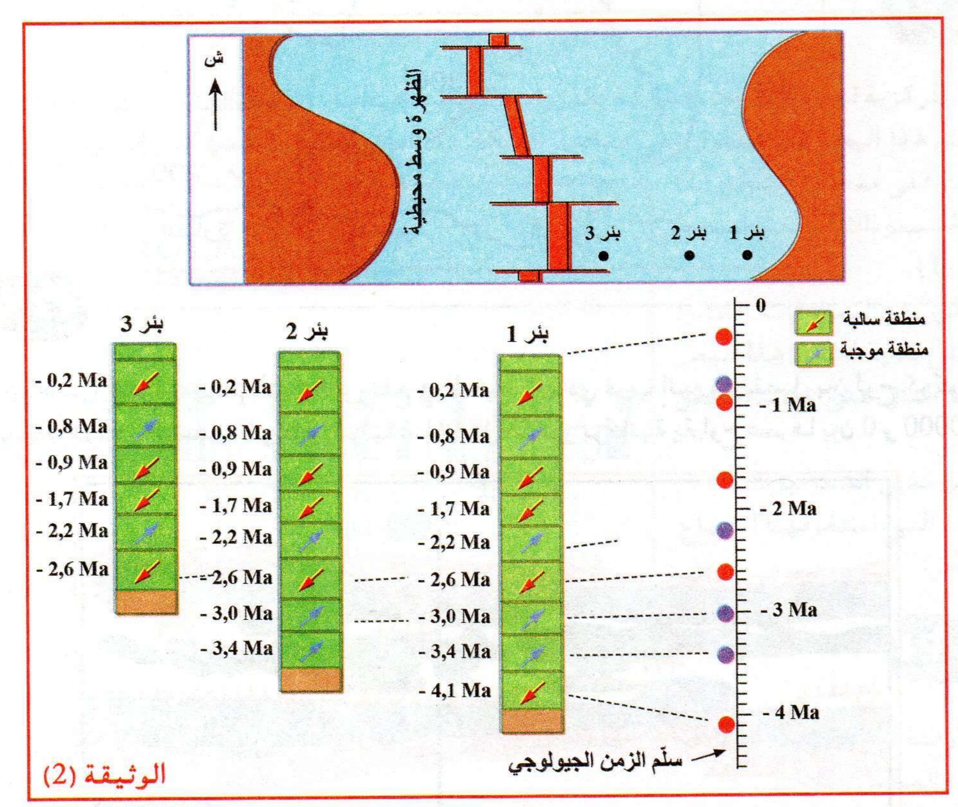
1 – ما هي المعلومات المستخلصة من مقارنة منحنيي الوثيقة (1 ـ ب) فيما يخص تغيرات المغنطة على جانبي الظهرة؟

2 – اعتمادا على الوثيقتين (1 ـ ب، ج) قارن بين انتشار المغنطة وعمر الصخور على جانبي الظهرة.

3 – قدم تفسيرا لكيفية تشكل قاع المحيط الأطلسي باستغلال معطيات الوثيقة (1).

ب – مكن حفر آبار محيطية (Forages océaniques) في مناطق مختلفة من المحيط، من تحديد عمر الصخور المكونة لقاع المحيطات بدقة، ووضع خرائط لتوزع هذه الصخور.

بين حفر ثلاثة آبار في قاع المحيط الأطلسي أن هذه الأخيرة تتكون من طبقات رسوبية، قدر عمرها اعتمادا على المستحثات المتواجدة بها، وعن طريق قياس اتجاه مغنطتها.



الوثيقة (2)

1 – ضاه بين الآبار بالاعتماد على عمر الرسوبيات واتجاه المغنطة.

2 – ما هي العلاقة الموجودة بين تغير المغنطة شاقوليا وعمر الرسوبيات.

3 – فسر غياب الطبقات السفلى في البئرين(2 و3).

جـ – استخلص إذا نتيجة حول آلية زحزحة القارات والتوسع المحيطي مبرزا الأدلة على حدوث ذلك.

تمرين 16

تكتسب بلورات المغنيتيت المتواجدة في اللافا البازلتية مغناطيسية تدل على اتجاه الشمال المغناطيسي خلال الزمن الذي تموضعت فيه هذه اللافا على وجه الأرض.

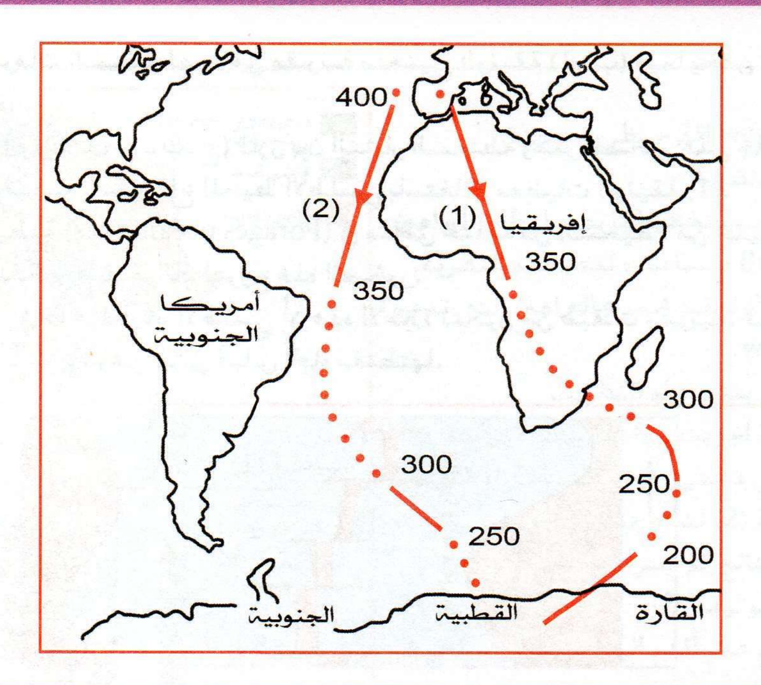
توصل الباحثون إلى تحديد أوضاع مختلفة للقطب المغناطيسي بين 400 – و 200 – مليون سنة وذلك من خلال دراسة:

– مغناطيسية صخور ذات عمر مختلف موزعة على مستوى قارة واحدة (المنحنى 1).

– مغناطيسية صخور أخرى متساوية العمر مع الصخور السابقة وموزعة على مستوى قارة أخرى (المنحنى 2).

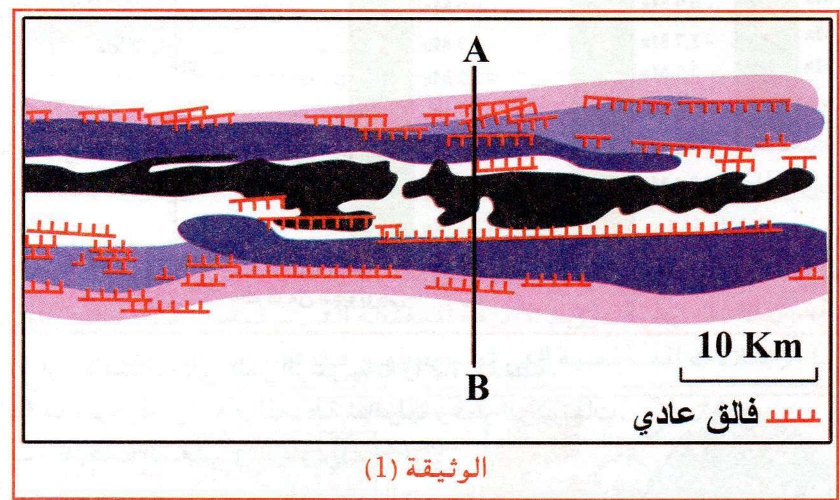
1 — إنطلاقا من المنحنى 1 ماذا يمكنك استنتاجه بخصوص أوضاع القطب المغناطيسي خلال الفترة الزمنية المذكورة؟

2 — إذا علمنا أن إتجاه المجال المغناطيسي الأرضي نحو القطب الجغرافي وحيد وثابت، اقترح فرضية لتفسير المسرين للقطب المغناطيسي الممثلين على الوثيقة في الصفحة الموالية.

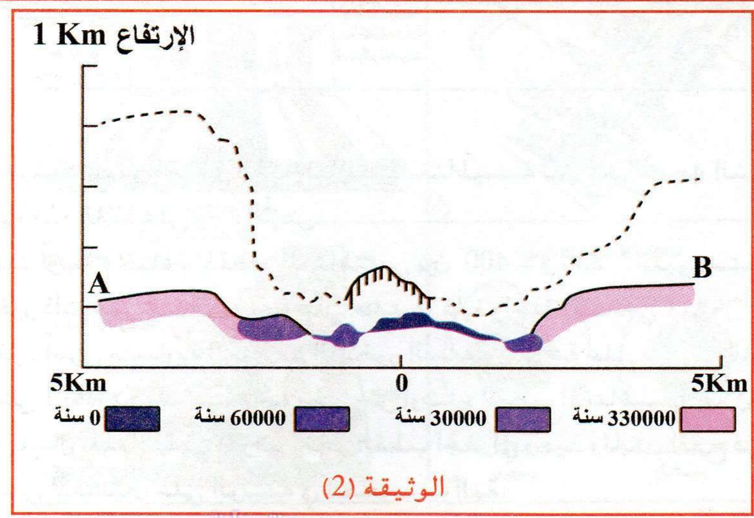


تمرين 17

أراد العلماء أن يحددوا ظهرة Galápagos التي تقع في المحيط الهادي قرب البيرو وتفصل بين لوح كوكوس ولوح نازكا الواقعين في المحيط الهادي، فرسموا خريطة (الوثيقة 1) تمثل صخور بركانية يتراوح عمرها بين 0 و 330000 سنة.



الوثيقة (1)



الوثيقة (2)

تبين الوثيقة (2) منحنيين:

– منحنى A–B موقعه محدد على مستوى المقطع A – B من الوثيقة (1).

– منحنى بخط متقطع مأخوذ من ظهرة وسط المحيط الأطلسي.

1 — حدد على الخريطة والمقطع A – B محور الرفت والمنطقة المسؤولة عن البركنة الحالية.

2 — حدد العلاقة بين توزع الصخور البركانية وعمرها.

3 — ما هو مصدر التراكيب التدرجية المبينة في المقطع A – B.

4 — قارن بين منحنيي الوثيقة (2).

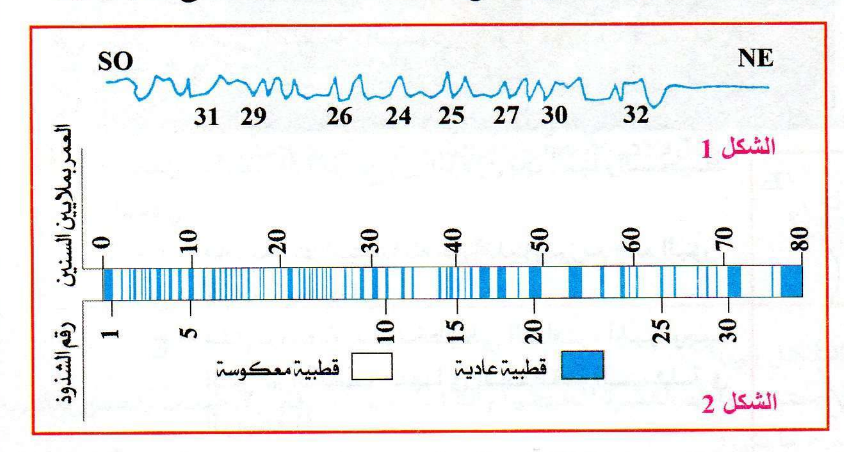
تمرين 18

يوجد بالمنطقة المركزية لبحر ذروة جد متشابهة بالذروات الوسط ـ محيطية، ولقد مكن تسجيل الشذوذات المغناطيسية على طول عرض هذا البحر من الحصول على منحنى الشكل (1) الذي يسمح بالكشف عن ظاهرة اتساع قعر المحيط.

1 — باعتمادك على منحنى الشكل (1) وسلم الشذوذات المغناطيسية الشكل (2).
حدد من بين الشذوذات الشذوذ الدال على بداية امتداد هذا البحر والشذوذ الدال على نهايته، علل إجابتك.

2 — حدد عمر هذين الشذوذين.

3 — ما المدة التي استغرقها انفتاح هذا البحر؟

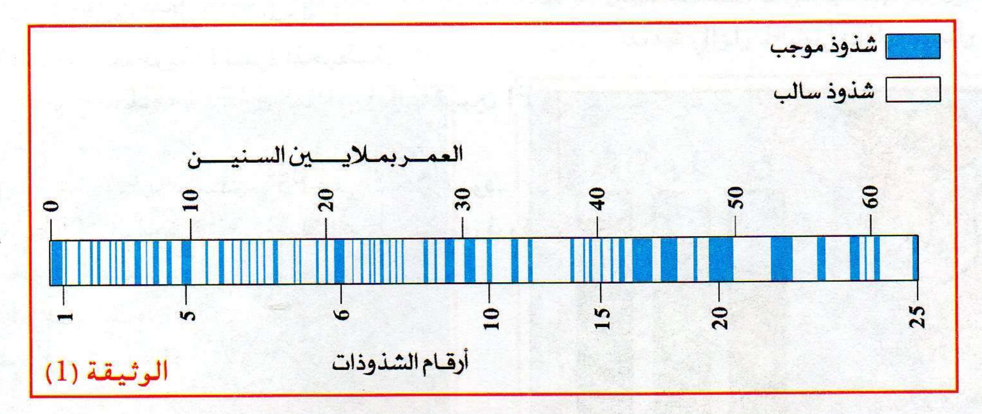


تمرين 19

I — خلال الأزمنة الجيولوجية، عرف المجال المغناطيسي الأرضي عدة انقلابات بحيث عوض القطب الشمالي القطب الجنوبي والعكس بالعكس.

يبين سلم الشذوذ المغناطيسي القديم الوثيقة (1) عمر هذه الانقلابات التي سجلت في الصخور البركانية وذلك بملايين السنين، رقمت على هذا السلم الشذوذات المغناطيسية الرئيسية، يقال عن شذوذ أنه موجب عندما يكون القطب الشمالي المغناطيسي مطابقا للقطب الشمالي المغناطيسي الحالي.

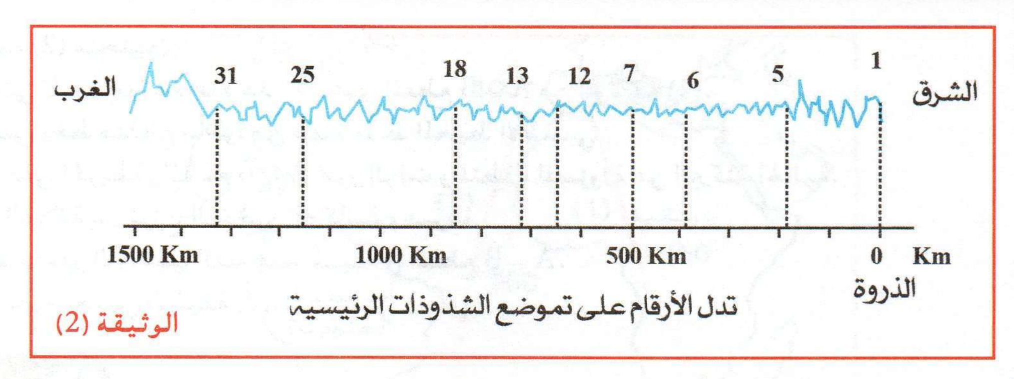
في الحالة المعاكسة نقول أنه شذوذ سالب.



الوثيقة (1)

علاوة على ذلك، تم تعيين الشذوذات الموجبة الرئيسية لجنوب المحيط الأطلسي على مقطع شرق ـ غرب الممثل بالوثيقة 2.





1 – أ – ماذا يمكنك استنتاجه من تحليل معطيات الوثيقتين 1 و2 فيما يخص عمر الصخور التي سجلت بها الشذوذات؟ كيف تفسر ذلك؟

ب – ما هي نتيجة هذه الظاهرة؟

2 – أ – أحسب بـ cm في السنة سرعة ابتعاد الصخور التي سجلت بها الشذوذات 5 و 6 بالنسبة للذروة علما أن :

- فرق العمر بين الشذوذين 1 و 5 هو 9 ملايين سنة.
- فرق العمر بين الشذوذين 5 و 6 هو 12 مليون سنة.

ب – ما ذا يمكنك استنتاجه فيما يخص سرعة اتساع جنوب المحيط الأطلسي.

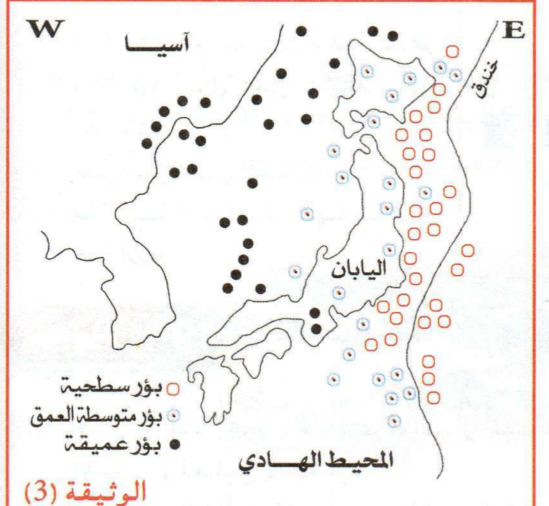
II – تمثل الوثيقة (3) توزيع بؤر الزلازل بين آسيا والمحيط الهادي.

1 – أ – ماذا يمكنك استنتاجه من تحليل توزيع هذه البؤر.

ب – كيف تفسر ذلك؟

ج – مثل بواسطة رسم تخطيطي الظاهرة الجيولوجية التي تم الكشف عنها في المنطقة الممثلة في الوثيقة (3).

2 – هل هناك علاقة بين الظواهر التي تم الكشف عنها في الوثائق 1، 2 و 3 ؟ علل إجابتك.



تمرين 20

قصد دراسة قعر المحيط الأطلسي أنجزت ثلاثة تنقيبات عميقة هي F1 ، F2 ، F3 على مستوى المحيط الأطلسي الجنوبي كما هي موضحة في الوثيقة المجاورة.

1 – حدد الطبيعة الصخرية للقشرة المحيطية.

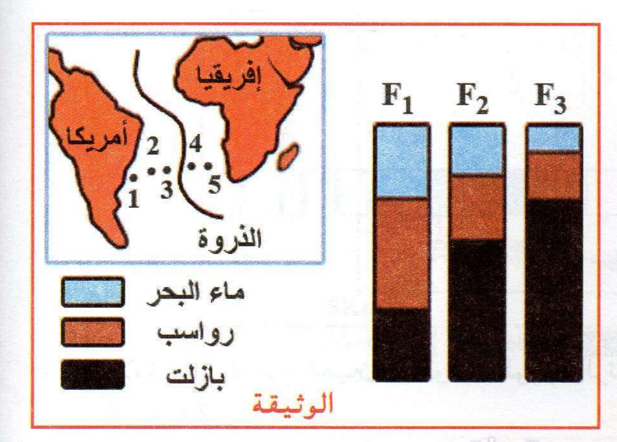
2 – باعتمادك على معلوماتك، قارن البازلت في التنقيبين F1 وF3، علل إجابتك.

3 – أنجز رسما تخطيطيا للتنقيب F5 على شكل عمود.

4 – أ – أعط اسم الظاهرة التي تحدث على مستوى ذروة المحيط الأطلسي.

ب – فسر هذه الظاهرة.

5 – استنتج أهمية هذه الظاهرة.



تمرين 21

إن التجدد المستمر لقشرة الكرة الأرضية على مستوى الظهرات يطرح إشكالية وجود مواد إضافية على مستوى مناطق أخرى (حدود الصفائح). علما بأن حجم الكرة الأرضية ثابت، ولتفسير ذلك نقدم الدراسات التالية :

أ – سمح المسح الطبوغرافي عن طريق الأقمار الصناعية الشكل (أ) بوضع نموذج للحواف الغربية لقارة أمريكا الجنوبية والمحيط الهادي وذلك باستعمال الحاسوب الشكل (ب).



صورة للقمر الصناعي للحواف الغربية لقارة أمريكا الجنوبية — الشكل (أ)

شكل ثلاثي الأبعاد للحواف الغربية لقارة أمريكا الجنوبية — الشكل (ب)

الوثيقة (1)

1 – ماذا تمثل الارقام 1، 2، 3 من الشكل (ب)؟

2 – باستغلال الشكل (ب) قارن بين مستوى تواجد القشرة المحيطية والقشرة القارية، اقترح فرضيات لتفسير ذلك.

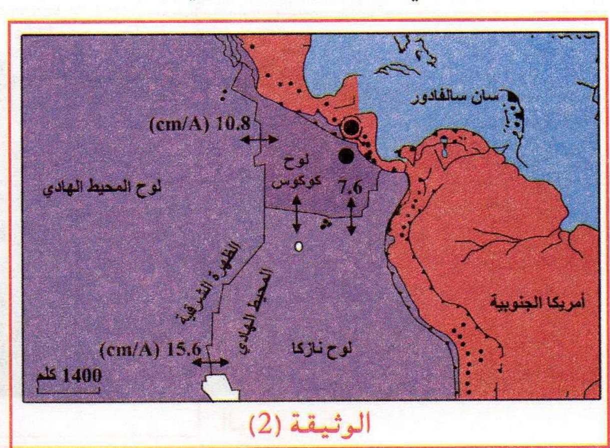
ب – لتفسير نتيجة المقارنة السابقة نقترح ما يلي:

– الزلازل المرتبطة بالحواف النشطة: مثال زلزال سان سلفادور يوم 13 جانفي 2001 م.

يسجل السلفادور المئات من الزلازل سنويا حيث ضرب هذا البلد زلزالان متتاليان كما هو موضح في الجدول الموالي :

تاريخ الزلزال	القوة على سلم ريشتر	المركز السطحي	البؤرة
2001/01/13	7,9	المحيط الهادي على بعد 100 كم	على عمق 40 كم
2001/02/13	6,6	المحيط الهادي على بعد 30 كم	على عمق 40 كم

– البراكين المرتبطة بالحواف النشطة: تبين الوثيقة (3) نمط البراكين المدمرة بينما الوثيقة (4) تمثل توزع البراكين المدمرة والتي يوافقها نشاط زلزالي شديد.

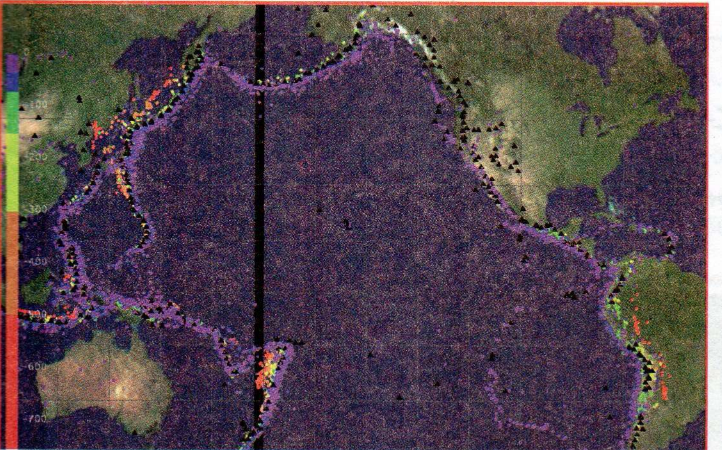


الوثيقة (2)



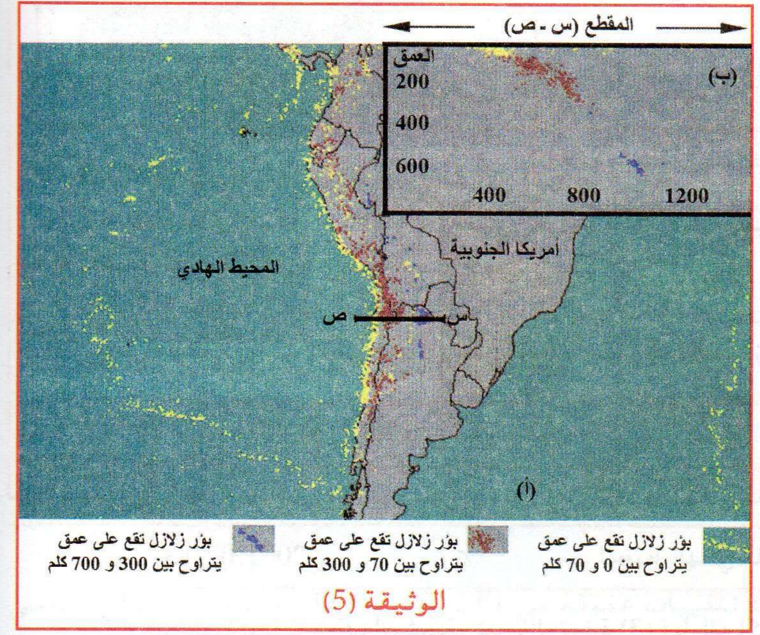
الوثيقة (3)

1 – حدد موقع السلفادور بالنسبة للألواح التكتونية.
2 – باستغلال معطيات الوثيقتين (2) و(4) أستخلص العلاقة بين موقع السلفادور والنشاط الزلزالي وحدود الصفائح التكتونية.
3 – باستغلال الوثيقة (3) أستنتج أنواع البراكين المميزة لحواف المحيط الهادي.
4 – بإستغلال الوثيقة (4) أستنتج العلاقة بين توزع البراكين وحدود الصفائح التكتونية.



الوثيقة (4)

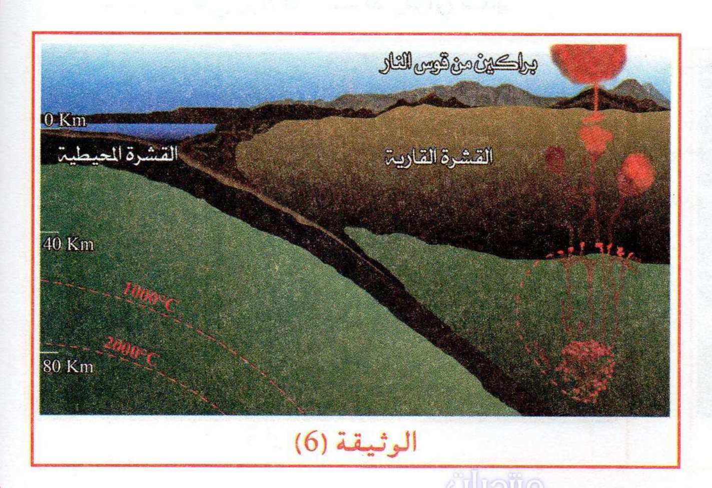
جـ – تتوزع البؤر الزلزالية على الحافة الغربية لأمريكا الجنوبية ويختلف عمقها من منطقة إلى أخرى حيث ترتبط مع نوع الحركات التكتونية التي تتعرض لها الصفائح.
تمثل الوثيقة (5 ـ أ) خريطة توزع الزلازل في أمريكا الجنوبية والمحيط الهادي، بينما تمثل الوثيقة (5 ـ ب) مقطعا زلزاليا في الحافة الغربية لقارة أمريكا الجنوبية.



الوثيقة (5)

1 – على ماذا يدل توزع المراكز السطحية للزلزال في الخريطة؟
2 – اعتمادا على معطيات الوثيقة (2) تعرف على الألواح المتواجدة غرب أمريكا الجنوبية.
3 – ادرس توزع البؤر الزلزالية في المقطع (س ـ ص) المبين في الوثيقة (5 ـ ب). ماذا تستخلص فيما يخص العلاقة بين البعد عن حدود الصفائح وعمق البؤر الزلزالية؟
4 – صل بين مختلف البؤر الزلزالية المبينة على الوثيقة (5 ـ ب)، ماذا تستنتج؟

د – سمحت نتائج دراسة الوثيقة (5 ـ أ و ب) بوضع الرسم التخطيطي المبين في الوثيقة (6).
– قدم تفسيرا لمعطيات الوثيقة (6).



الوثيقة (6)

تمرين 22

تتكون القشرة الأرضية من صفائح صلبة تتحرك تباعديا أو تقاربيا، لمعرفة على ماذا ترتكز وتتوضع هذه الصفائح وما هو مصدر طاقتها الحركية.

أ – تمثل الوثيقة (1) مجسم لأنواع الألواح التكتونية.

1 – ماذا تمثل الارقام 1، 2، 3، 4 من الوثيقة (1)؟



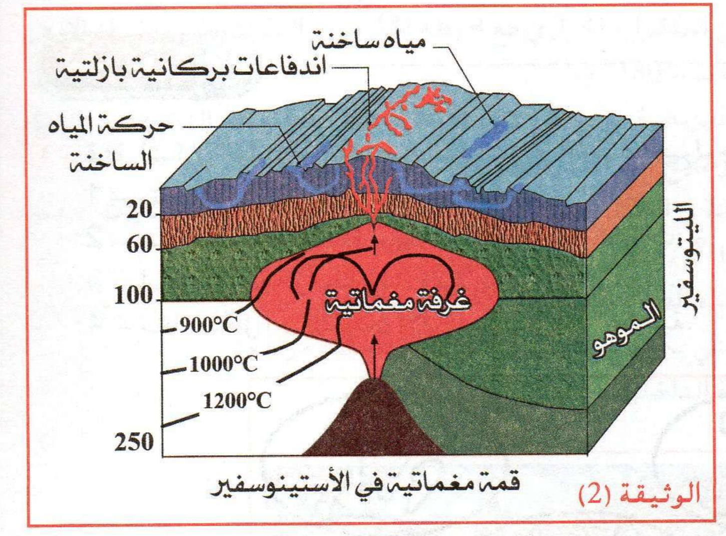
الوثيقة (1)

2 – اعتمادا على مجسم الوثيقة (1) حدد أنواع الصفائح التكتونية. وما هي الطبقة التي ترتكز عليها الصفائح التكتونية؟

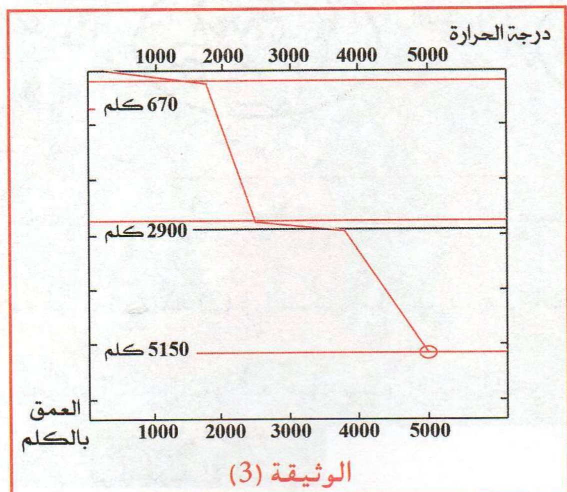
3 – بالإعتماد على مجسم الوثيقة (2) حدد طرق خروج الطاقة من باطن الأرض (مصادر الطاقة).

4 – ما هي العلاقة بين العمق والطاقة المنبثقة من الأرض.

ب – إن كمية الحرارة المنبثقة من باطن الأرض عبر السطح كل ثانية بواسطة التدفق الحراري معتبرة جدا تقدر بـ 42 . 10^{12} واط (أي ما يعادل 42000 مولد كهربائي ينتج كل واحد منه 1000 ميقا واط).



الوثيقة (2)



الوثيقة (3)

يبين جدول الوثيقة (4) كمية الطاقة المنبثقة من باطن الأرض والناتجة عن الزيادة في العمق.

	كمية الحرارة (ميلي واط /م^2)	المساحة (كلم^2)	الطاقة المنبثقة (واط)
القشرة القارية	113	$10^6 \times 201.5$	$10^{12} \times 11.5$
القشرة المحيطية	67000	$10^6 \times 308.6$	$10^{12} \times 9.8$

جدول يبين متوسط الحرارة المنبثقة عن القشرة الأرضية **الوثيقة (4)**

ويبين جدول الوثيقة (5) كمية الطاقة المنبثقة من باطن الأرض بسبب تحلل العناصر المشعة المتواجدة في الصخور.

	الحجم (كلم^2)	الطاقة الكلية المنبثقة
القشرة القارية	$10^9 \times 4.5$	$10^{12} \times 5$
القشرة المحيطية	$10^9 \times 4.0$	$10^{12} \times 0.06$
البرنس	$10^9 \times 920$	$10^{12} \times 1.3$

جدول يبين متوسط الحرارة المنبثقة من الأرض بسبب الإشعاع الذري. **الوثيقة (5)**

1 – حلل منحنى التدرج الحراري الأرضي بدلالة العمق. ماذا تستنتج؟

2 – اعتمادا على معطيات الوثيقة (4) أحسب الطاقة الكلية المنبثقة عن القشرة الأرضية.

3 – اعتمادا على معطيات الوثيقة (5) احسب الطاقة الكلية المنبثقة عن تفتت العناصر المشعة، ثم قارن بين مختلف القيم. ماذا تستنتج؟

4 – هل تؤكد هذه النتائج ما توصلت إليه في السؤال (4) من النشاط السابق؟

تمرين 23

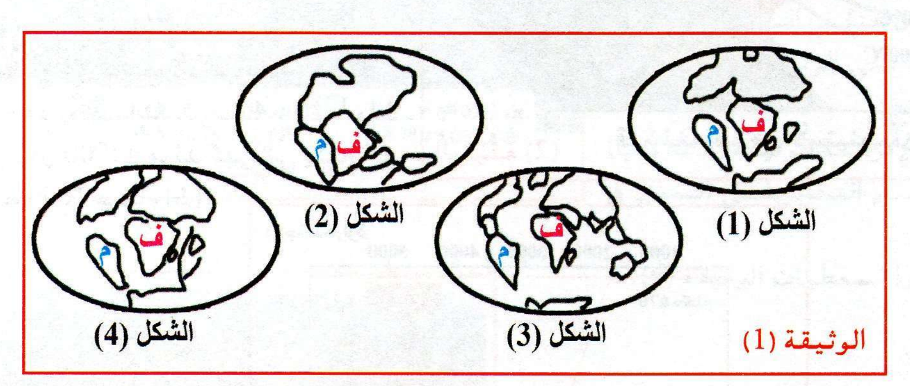
أ – تمثل أشكال الوثيقة (1) تموضع القارات عبر الأزمنة الجيولوجية.

1 – رتب أشكال الوثيقة (1) حسب تسلسلها الزمني.

2 – سم النظرية المعتمدة سابقا لتفسير تموضع القارات.

3 – استخرج من الوثيقة (1)، دليلا يؤيد هذه النظرية.

4 – ماذا تشكل بين القارتين الإفريقية وأمريكا الجنوبية.



الوثيقة (1)

ب – تم تأريخ قعر المحيط الأطلسي بتنقيبات متعددة من جهتي الذروة المحيطية، وتبين أشكال الوثيقة (2) النتائج المحصل عليها.

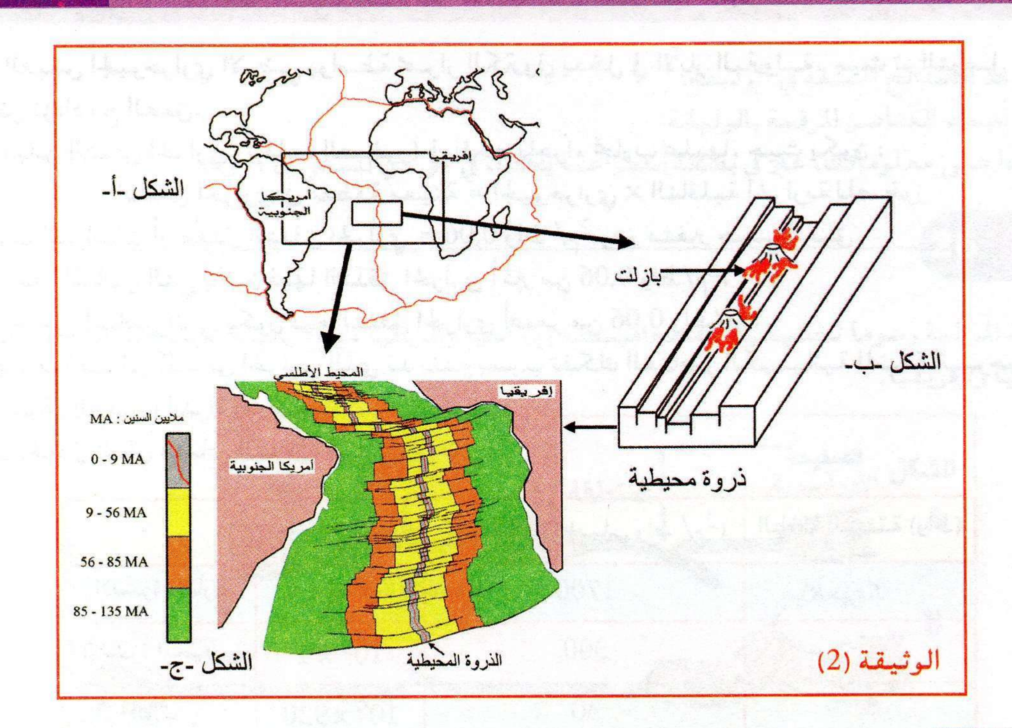
1 – باعتمادك على معطيات الوثيقة (2) في الشكل (ب) تعرف على الظاهرة الجيولوجية التي تحدث في وسط المحيط.

2 – باعتمادك على معطيات الشكل (2) حدد كيف تتغير أعمار القشرة المحيطية من جهتي الذروة.

3 – حدد تاريخ إنفتاح الأطلسي. علل جوابك.

4 – فسر كيف يتم إتساع قعر المحيط الأطلسي.





الوثيقة (2)

تمرين 24

للوصول إلى توازن حراري يعمل كوكبنا الأرضي على استقراره الحراري مع محيطه الخارجي (البارد) وذلك بفقدان الأرض لحرارتها حيث تقدر درجة حرارة المجموعة الشمسية بـ – 180 °م.

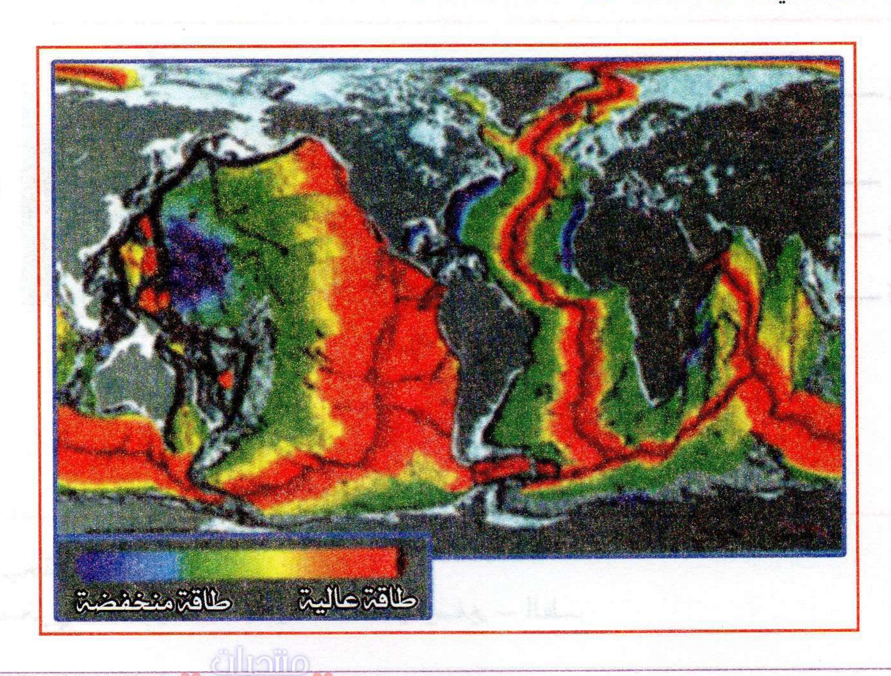
تعتبر حركة الصفائح التكتونية نتيجة لعملية فيزيائية تؤدي إلى تبرد الأرض وتسرب طاقتها الناتجة عن البناء والحرارة النووية وذلك للوصول إلى توازن حراري، لتوضيح هذا المفهوم نجري الدراسة التالية:

أ – بينت التجارب أن حرارة الأرض ترتفع مع الزيادة في العمق حيث يقدر معدلها بـ 30 °م/كلم تحت القارات (معدل متغير يصل في بعض المناطق إلى 90 °م/كلم و 10 °م/كلم في مناطق أخرى).

تدل البراكين والمياه الساخنة على تسرب مثل هذه الطاقة نحو المجال الخارجي للأرض.

1 – انطلاقا من الوثيقة الموالية حدد المناطق التي يكون فيها تسرب الطاقة الداخلية مرتفعا.

2 – حدد المناطق التي يكون فيها تسرب الطاقة الداخلية منخفضا.



ب – يتم القياس الجيوحراري الأرضي بواسطة محرار إلكتروني يدخل في الآبار البترولية، حيث تم التوصل إلى أن حرارة الأرض تزداد مع العمق.

يتم قياس التدفق الحراري (ناقلية الصخور) في المخبر بإجراء تجارب عليها، حيث يكون :

التدفق الحراري في منطقة معينة = الجيوحراري × الناقلية الحرارية للصخور

أظهرت الدراسات أن معدل التدفق الحراري = 0,06 واط /م^2 وهو متغير حسب العمق.

1 – حدد المناطق التي يكون فيها التدفق الحراري أكبر من 0,06 واط/م^2؟

2 – ما هي المناطق التي يكون فيه التدفق الحراري أصغر من 0,06 واط/م^2؟

جـ – توجد عدة مصادر للتدفق الحراري الذي قد ينتج بسبب تفكك العناصر الكيميائية المشعة الموجودة في القشرة الأرضية، البرنس والنواة الأرضية.

يبين الجدول التالي مصادر التدفق الحراري الأرضي:

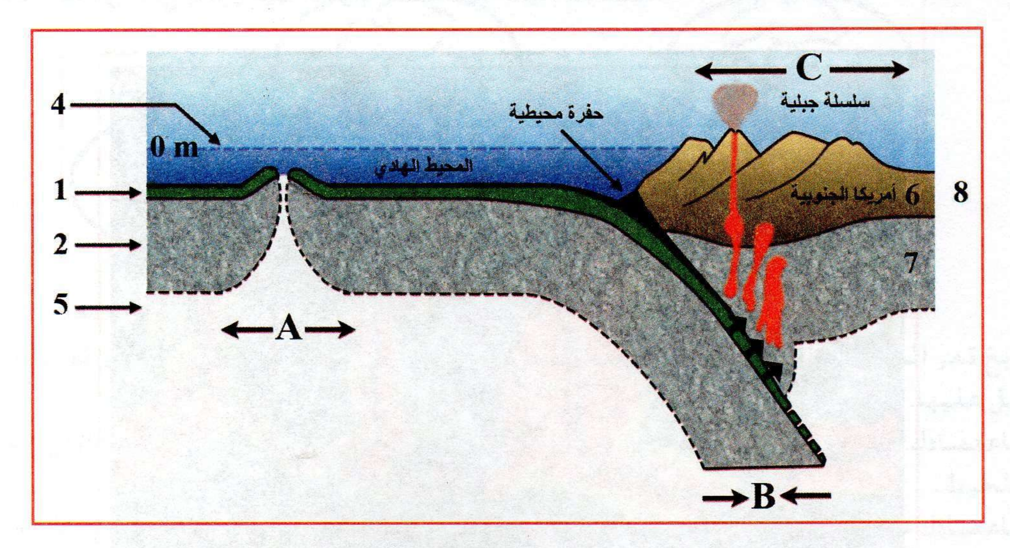
	المساحة (كلم^2)	كمية الحرارة (ميلي واط /م^2)	الطاقة المنبثقة (واط)
القشرة القارية	10^9 x 4.5	1700	
القشرة المحيطية	10^9 x 4	300	
البرنس	10^9 x 920	30	
النـــواة	10^9 x 180	0	
الطاقة الكلية المنبعثة عن تفكك النظائر المشعة بالواط			10^{12} x 36.45
الطاقة الكلية			

1 – أكمل الجدول.

2 – باستغلال نتائج الجدول، حدد المصادر الأساسية للطاقة الداخلية للأرض.

تمرين 25

تمثل الوثيقة الموالية رسما تخطيطيا لمقطع يمر عبر بعض صفائح الكرة الأرضية.



1 – عرف الصفيحة مستعملا المصطلحات التالية:

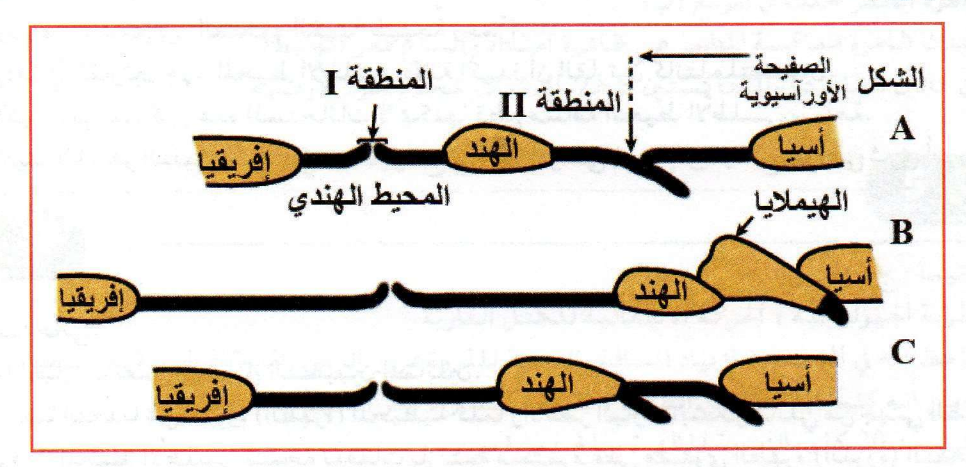
الغلاف الصخري – الذروات المحيطية – الأستينوسفير – الطمر



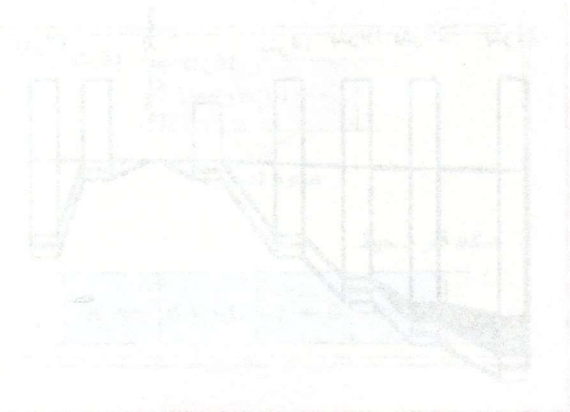
2 — حدد عدد الصفائح الممثلة في الوثيقة.
3 — أكتب أسماء العناصر المرقمة بالوثيقة .
4 — اعتمادا على معلوماتك، عبر في بضعة أسطر عما يحدث في كل من المستويين A و B.

تمرين 26

تمثل الوثيقة الموالية رسوما تخطيطية لمقاطع مبسطة بين آسيا وإفريقيا مرورا بالهند توضح مراحل تغير موقع الهند بالنسبة لآسيا ولإفريقيا.



1 — سم الظاهرة التي تحدث في المنطقة I.
2 — سم المنطقة II.
3 — أحسب على الوثيقة عدد الصفائح التكتونية الممثلة على الشكل A.
4 — رتب هذه الرسوم حسب تسلسلها الزمني مستعملا الحروف A و B وC.
5 — فسر التغير الملاحظ في المسافة الفاصلة بين الهند وإفريقيا عبر الأزمنة الجيولوجية.
6 — فسر تقارب الصفيحة الهندية مع الصفيحة الأوروآسيوية.
7 — استنتج تأثير هاتين الظاهرتين على حجم الكرة الأرضية





الإجابات

إجابة التمرين 1

أ – 1 – كانت القارات في الحقب الأول ملتحمة مع بعضها البعض ككتلة واحدة ثم انفصلت عن بعضها.

2 – الفكرة الأساسية لنظرية Wegner أن القارات كانت ملتحمة مع بعضها كقطعة واحدة ثم تجزأت إلى قارات ابتعدت عن بعضها.

ب – 1 – وجود تطابق كامل بين الصخور القديمة طبيعةً وعمرًا.

2 – وجودها في القارتين جهة المحيط الأطلسي دلالة أكيدة أن القارتين كانتا ملتحمتين.

3 – التأكيد يأتي من كون هذه المستحاثات لا يمكنها قطع مسافة المحيط الأطلسي سباحة.

4 – التأكيد الأخر هو الدليل الخرائطي حيث يوضح تكامل شواطئ غرب إفريقيا مع شواطئ شرق أمريكا الجنوبية.

إجابة التمرين 2

أ – الدليل المستحاثي.

ب – 1 – α – للبازلت نفس العمر في التنقيبين المماثلين.

β – كلما ابتعدنا عن الذروة (الظهرة) المحيطية كلما زاد عمر البازلت بشكل تماثلي من جهتي الظهرة (الذروة).

2 – يمتد قعر المحيط الأطلسي نتيجة تدفقات بازلتية مستمرة على مستوى الظهرة (الذروة) المحيطية فتؤدي إلى تباعد القارتين الإفريقية والأمريكية.

3 – α – السرعة هي: $\frac{200 \times 10^{5} \text{ سم}}{10^{7} \text{ سنة}}$ = 2 سم / سنة

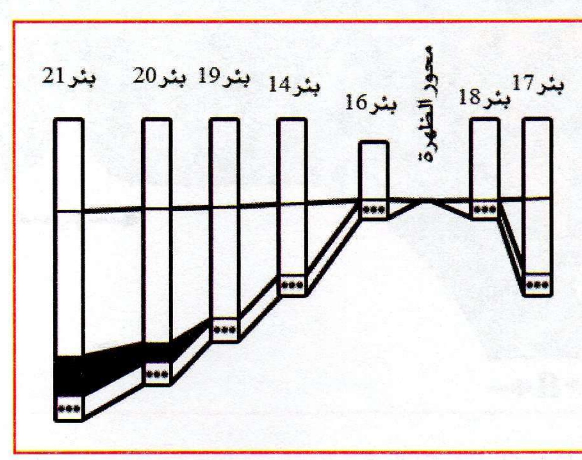
β – سرعة تباعد القارتين: 2 x 2 = 4 سم / سنة

إجابة التمرين 3

1 — تكون أثار الرسوبات القريبة من الظهرة قليلة السمك وغير كاملة وتكون الرسوبات البعيدة عن الظهرة كبيرة السمك وكاملة.

2 — تكون الرسوبات البعيدة عن الظهرة ذات عمر كبير وتكون الرسوبات القريبة من الظهرة ذات عمر صغير.

3 — الرسم التخطيطي.



4 — الإستنتاج : تدل مختلف الآبار الموزعة على جانبي الظهرة على توسع قاع المحيط مع مرور الزمن.



إجابة التمرين 4

أ – 1 – الصفيحة (اللوح) : جزء من الغلاف الصخري تطفو فوق الأستينوسفير وهي منطقة شاسعة وهادئة تكون محدودة بمناطق نشيطة إما ذروة أومنطقة طمر.

2 – الدليل خرائطي يتمثل في تطابق سواحل غرب افريقيا مع سواحل شرق أمريكا الجنوبية.

ب – 1 – البيانات : 1 ـ غلاف صخري. 2 ـ رداء علوي. 3 ـ رداء متوسط (الأستينوسفير).

2 – ظاهرة الطمر.

3 – ظاهرة الطمر تحدث في الموقع (ب).

جـ – 1 – تحدث ظاهرة معاكسة للطمر هي ظاهرة امتداد واتساع قعر المحيط.

2 – إن هاتين الظاهرتين المتعاكستين تؤديان إلى ثبات حجم الكرة الأرضية.

إجابة التمرين 5

أ – 1 – الترتيب : ج ← ب ← أ ← د

2 – النظرية الجيولوجية : الحركة الانتقالية للكتل القارية.

ب – 1 – نلاحظ أنه في المنحنيين ازدياد المسافة بالنسبة للذروة بمرور الزمن (العلاقة طردية بين الزمن والمسافة)، وهذا يعني أنه كلما ابتعدنا عن الظهرة (الذروة) كلما زاد قعر المحيط.

2 – على بعد 30 كلم بالنسبة للظهرة يبلغ عمر قعر :

– المحيط الأطلسي حوالي 3 ملايين سنة.

– المحيط الهادي حوالي 700 ألف سنة.

3 – نلاحظ على نفس البعد من الظهرة تختلف أعمار قعر المحيطين.

نستنتج: أن امتداد قعر المحيط الأطلسي والمحيط الهادي لا يتم بنفس السرعة.

4 – سرعة امتداد قعر المحيط الأطلسي. $V = \frac{d}{t} \times 2 = \frac{20 \text{ km}}{2 \times 10^6} \times 2 = 2 \text{ cm/an}$

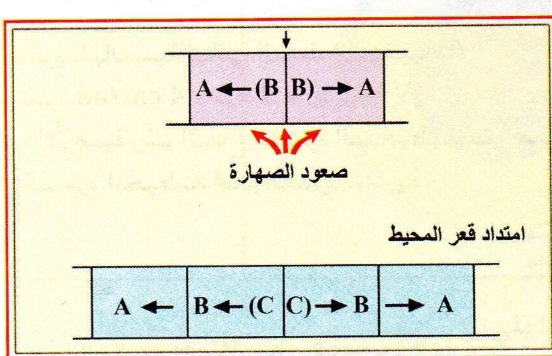
– سرعة امتداد قعر المحيط الهادي. $V = \frac{92,5}{2 \times 10^6} \times 2 = 9,5 \text{ cm/an}$

5 – نعم نلاحظ من النتائج أن سرعة امتداد قعر المحيط الهادي أكبرمن سرعة قعر المحيط الأطلسي.

6 – إن ظهرة المحيط الهادي أنشط من ظهرة المحيط الأطلسي.

التعليل: لأن سرعة امتداد قعر المحيط الهادي أكبر من سرعة امتداد قعر المحيط الأطلسي.

7 – المخطط:



إجابة التمرين 6

1 – تمثل خسفا.

2 – كلما ابتعدنا عن محور البراكين النشيطة يزداد عمر البازلت بشكل تماثلي.

3 – المسافة بين A و B هي 120 كلم تقريبا في الوقت الحالي.

المسافة بين A و B في الزمن (0,1 –) مليون سنة حوالي 73,33 كلم.

4 – التفسير: – ظهور تشققات على مستوى الخسف بفعل التمطط

– ملء هذه التشققات بصعود لافا بازلتية.

– ظهور تشققات جديدة داخل البازلت المشكل وإملائها بلافة بازلتية جديدة يؤدي إلى دفع البازلت القديم على جانبي الخسف.

إجابة التمرين 7

1 – تتمثل في الحركات التباعدية.

2 – 1 ـ غرونلاند. 2 ـ سلاسل جبلية تحت بحرية. 3 ـ قارة أمريكا الجنوبية. 4 ـ قارة أوربا.
5 ـ ظهرة وسط محيطية. 6 ـ فوالق تحويلية. 7 ـ قارة افريقيا. 8 ـ جزيرة بركانية (إسلندا).

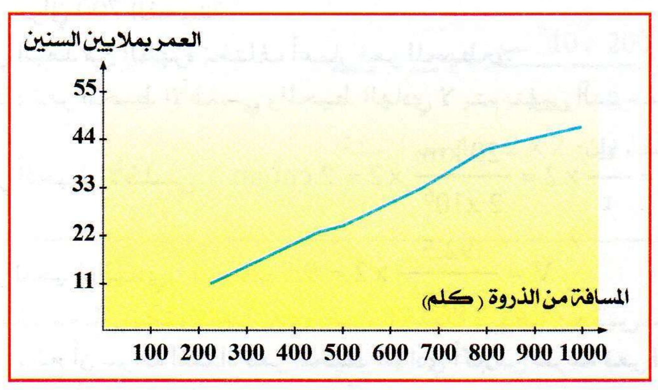
3 – السلاسل الجبلية تحت بحرية تقسم المحيط إلى نصفين تشكل أحزمة في وسط المحيطات.

إجابة التمرين 8

أ – اسم النظرية : زحزحة القارات.

ب – تتكون القشرة المحيطية أساسا من البازلت وتختلف عن القشرة القارية بكون القشرة القارية تتكون أساسا من الغرانيت.

جـ – 1 – المنحنى البياني :



2 – سرعة ابتعاد نقطة التنقيب 5 عن الذروة مثلا. $V = \frac{d}{t} = \frac{800 \times 10^5}{40 \times 10^6} = 2 \text{ cm/an}$

لا تتغير هذه السرعة تقريبا بالنسبة لباقي النقط (التنقيبات)

– سرعة ابتعاد القارتين : $V = 2V = 2 \times 2 = 4 \text{ cm/an}$

3 – يفسر ثبات قطر الكرة الأرضية رغم اتساع القشرة المحيطية على مستوى الذروة بظاهرة الطمر التي يتم على مستواها انزلاق القشرة المحيطية تحت القشرة القارية.

إجابة التمرين 9

أ – 1 – تسمى النظرية التي أسسها العالم Wegner بنظرية زحزحة القارات.

2 – من بين البراهين التي اعتمد عليها Wegner هناك:

– الدليل الجيولوجي: تطابق بين الصخور القديمة لإفريقيا وأمريكا الجنوبية.

– الدليل الخرائطي: تطابق الساحلين لكل من غرب إفريقيا وشرق أمريكا الجنوبية .



ب – 1 – تسمى المنطقة X بذروة وسط المحيط.

2 – كلما ابتعدنا عن الذروة كلما زاد عمر أقدم الرواسب.

3 – تبين معطيات الشكل (2) أن الرواسب الحديثة المتشكلة على مستوى الذروة المحيطية تدفع الرواسب القديمة، مما يؤدي إلى اتساع قعر المحيط وبالتالي ابتعاد القارة الإفريقية عن القارة الأمريكية مما يدعم نظرية Wegner.

4 – أسماء الوثيقة 3 :

1 ـ قشرة محيطية. 2 ـ رداء علوي. 3 ـ قشرة قارية. 4 ـ بركان انفجاري نشيط.

5 – يمكن تفسير عدم تجاوز عمر أقدم الرواسب في قعر المحيط الأطلسي M.A 200 بظاهرة الطمر لأن هذه الرواسب غالبا ما تختفي مع القشرة المحيطية تحت القشرة القارية نتيجة الإنغراز.

6 – تنتمي هذه السلاسل الجبلية إلى سلاسل الطمر لأنها ناتجة عن إنغراز صفيحة محيطية أكثر كثافة تحت صفيحة قارية أقل كثافة، مما يؤدي إلى تشكل سلسلة جبلية نتيجة القوى الإنضغاطية.

7 – تفسر ثبات حجم الكرة الأرضية بفعل التوازن الحاصل بين ظاهرتي اتساع قعر المحيطات وظاهرة الطمر.

إجابة التمرين 10

أ – 1 ـ الذروة المحيطية. 2 ـ القشرة المحيطية. 3 ـ القشرة القارية. 4 ـ الرداء العلوي.

5 ـ الغلاف الصخري. 6 ـ الرداء السفلي(استينوسفير).

ب – 1 – من تحليل معطيات الجدول يظهر أن:

– هناك تماثل في أعمار النقط التي تبعد بنفس المسافة عن الذروة المحيطية.

– عمر بازلت قعر المحيط الأطلسي يزداد كلما ابتعدنا عن الذروة.

2 – يتم على مستوى الظهرة (الذروة) تدفق بازلتي مستمر ينتج عنه تجديد قعر المحيط الأطلسي واتساعه.

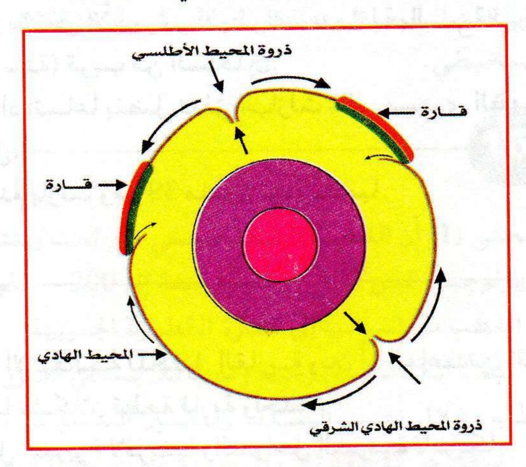
3 – ينتج عن تجديد قعر المحيط الأطلسي واتساعه ابتعاد القارتين الإفريقية والأمريكية.

إجابة التمرين 11

1 — كلما ابتعدنا عن الذروة المحيطية كلما زاد عمر الصخور.

2 — الظاهرة: أن قعر المحيطات متجدد من جهتي الذروة، وهذا ما يفسر امتدادها.

3 — أ – الرسم.



ب – يظهر الرسم التخطيطي ما يلي:

– اتساع قعر المحيطات على مستوى الذروات.

– انزلاق القشرة المحيطية لصفيحة تحت القشرة القارية لصفيحة أخرى على مستوى مناطق الطمر، وينتج عن الطمر : ـ نشوء سلاسل جبلية. ـ نشاط بركاني شديد. ـ زلازل عديدة وعنيفة.

إجابة التمرين 12

أ – 1 – احتلت الحدود الغربية لأفريقيا الشمالية الغربية وضعيات مختلفة عبر الزمن الجيولوجي بحيث انتقلت تدريجيا من الغرب نحو الشرق.

2 – نظرية زحزحة القارات.

ب – 1 – α – عمر البازلت المتواجد على بعد 100 كم من جهتي الذروة 5 مليون سنة.

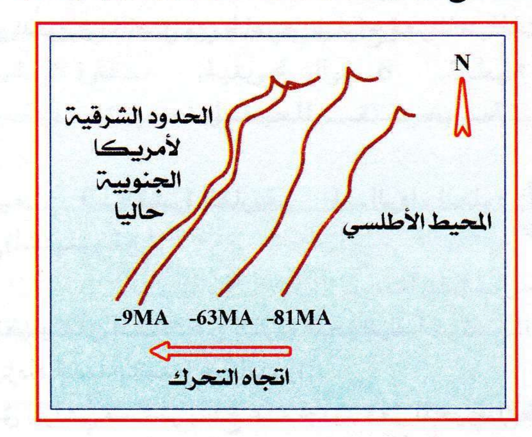
عمر البازلت المتواجد على بعد 200 كم من جهتي الذروة 8 مليون سنة.

عمر البازلت المتواجد على بعد 300 كم من جهتي الذروة 14 مليون سنة.

β – عمر البازلت يزداد كلما ابتعدنا عن الذروة وذلك بكيفية متماثلة على جانبي الذروة.

2 – يطفح البازلت على مستوى الذروة دافعا البازلت الأقدم منه الذي يدفع بدوره الحدود الإفريقية، وتكرر العملية كلما طفح البازلت من جديد مما يفسر تغيير وضعيات حدود إفريقيا الشمالية الغربية.

3 – الرسم :



إجابة التمرين 13

أ – 1 – الترتيب: 3 ← 5 ← 1 ← 2 ← 4

2 – النظرية التكتونية: زحزحة القارات.

3 – الدليل: الدليل الخرائطي.

ب – 1 – تبين الوثيقة (2) أن عمر القعر البازلتي بالبحر الأحمر يزداد بطريقة متماثلة بالنسبة لذروة وسط المحيط (الظهرة) حيث أن أقدم بازلت (37 مليون سنة) قريب من الساحلين.

الاستنتاج: نستنتج أن البحر الأحمر يزداد اتساعا بفضل تدفق البازلت على مستوى الظهرة (الذروة) حيث البازلت الجديد يدفع القديم نحو السواحل.

2 – بداية انفتاح البحر الأحمر توافق عمر أقدم بازلت وهو 39 مليون سنة تقريبا.

إجابة التمرين 14

أ – عام 1912 اقترح فيغنر wegner نظرية الحركة الانتقالية للكتل القارية وبين أن القاعدتين القاريتين لأمريكا الجنوبية وإفريقيا كانتا قد تباعدتا بعد أن كانتا تشكلان قطعة قارية واحدة.

ب – 1 – البراهين: – التناسب الهندسي للسواحل الغربية لإفريقيا والسواحل الشرقية لأمريكا.

– تماثل المستحاثات القديمة (الميزوزور من الحقب الأول).

– تماثل الكتل والأراضي القديمة.

2 – الدليل الآخر: المغناطيسية القديمة.

جـ – 1 – التحليل: تماثل عمر الرواسب على جهتي الظهرة (الذروة) الوسط محيطية.



وكلما ابتعدنا عن الظهرة كلما كان عمر الرواسب أقدم.
التفسير: التدفقات البازلتية المستمرة على مستوى الذروة المحيطية تجدد قعر المحيط وتدفع هذه التدفقات الجديدة الصخور البازلتية القديمة الشيء الذي يوضح أن أحدث الصخور البركانية في أرضية المحيط توجد قرب الظهرة (الذروة) وأقدمها هي الأبعد عنها. يؤدي تجدد قعر المحيط الأطلسي إلى اتساع هذا القعر ومنها تباعد القارتين.

2 – α – يبلغ عمر أقدم الرواسب في قعر المحيط الاطلسي حوالي 190 مليون سنة.
β – انفتاح المحيط الأطلسي بدأ منذ 190 مليون سنة إنطلاقا من الشمال.

إجابة التمرين 15

أ – 1 – نلاحظ تناوب الأحزمة البيضاء والسوداء مما يدل على أن الحقل المغناطيسي الأرضي متغير مع الزمن.
2 – من خلال الإختلالات المغناطيسية يتم تحديد العمر النسبي لقعر المحيط فمنطقة الظهرة هي الأحدث ويزداد عمر اللوح المحيطي بشكل تناظري كلما ابتعدنا عن الظهرة.
3 – في المناطق البعيدة عن الظهرة تكون المغنطيسية في صخورها معكوسة (الشمال المغناطيسي قريب من الجنوب الجغرافي: مغناطيسية سالبة) ويفسر ذلك بأنه أثناء تبريد هذه الصخور انتظمت معادن المغنيتيت وفق خطوط الحقل المغناطيسي من الشمال إلى الجنوب، ولكن الشمال الذي كان ليس الشمال الحالي مما يدل على أن قعر المحيط تشكل على فترات زمنية مختلفة كانت فيها المغنطيسية عادية (سالبة) وفي البعض الآخر كانت معكوسة وتنظم هذه الاختلالات على جانبي الظهرة بشكل تناظري، حيث يزداد عمر الصخر كلما ابتعدنا عن الظهرة مما يدل على أن قاع المحيط في توسع مستمر.

ب – 1 – كلما ابتعدنا عن محور الظهرة كلما زاد سمك الرسوبيات.
2 – كلما ابتعدنا عن محور الظهرة زاد سمك الطبقات الرسوبية وتغيرت المغنطة من جهة وزاد معها عمر الطبقات من جهة أخرى.
3 – لأنهما تشكلتا حديثا.

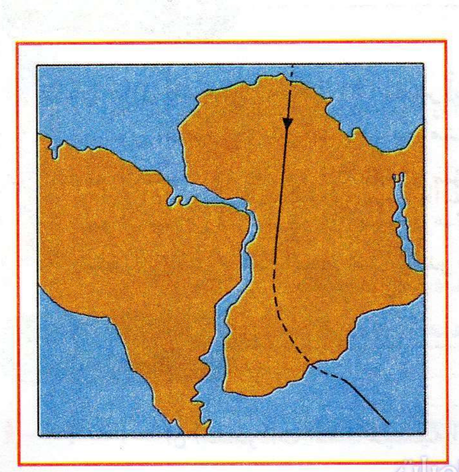
جـ – نستنتج مما سبق أن الأدلة والشواهد على تباعد الصفائح هي:
أ – تطابق حواف القارات وتماثلها المستحثاتي.
ب – الإختلالات المغناطيسية.
ج – تغير سمك التوضعات الرسوبية على طول اللوح المحيطي.
– إن عمر قاع المحيط يحدد اعتمادا على الاختلالات المغنطيسية أو التوضعات الرسوبية التي تغطي اللوح المحيطي.

إجابة التمرين 16

1 — يظهر المنحنى (1) أن القطب المغناطيسي غير ثابت وينتقل عبر الازمنة الجيولوجية، فمن 400 – مليون سنة إلى 200 – مليون سنة انتقل هذا القطب من اسبانيا إلى القارة القطبية الجنوبية.

2 — بما أن اتجاه القطب المغناطيسي وحيد وثابت فلا يمكن تصور مسيرين لنفس القطب وخلال نفس المدة، ولتفسير المسيرين للقطب المغناطيسي تبقى حركة القارتين واتباعها مسيرين مختلفين من احدى الفرضيات القوية.

فعلا ينتج عن مطابقة المسيرين 1 و 2 تكامل سواحل القارتين جهة المحيط (السواحل الغربية لأفريقيا والشرقية لأمريكا) كما توضحها الوثيقة المقابلة.



إجابة التمرين 17

1 — محور الظهرة ممثل على الخريطة والمقطع.

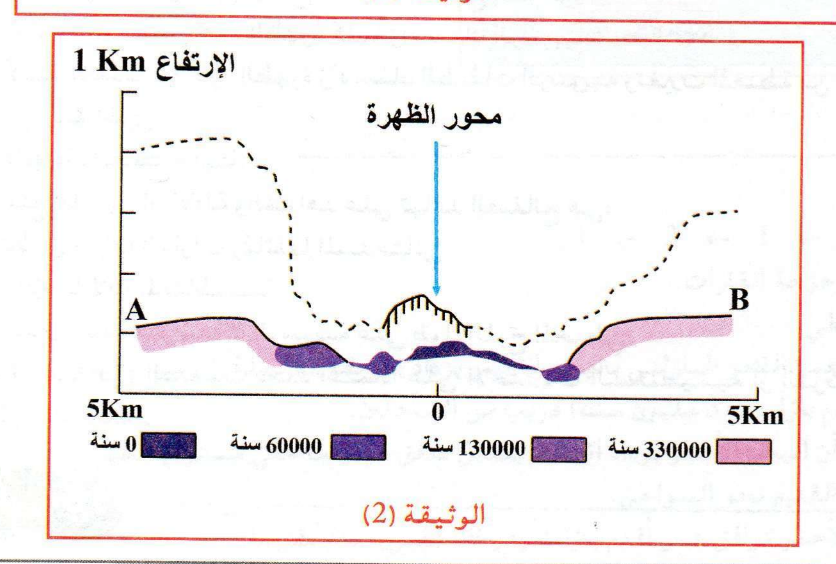
2 — تتوزع الصخور البركانية بالتناظر بالنسبة لمحور الرفت حيث يزيد عمرها كلما ابتعدنا عنه.

3 — مصدر التراكيب التدريجية المبينة في المقطع A–B هو الفوالق العادية.

4 — نلاحظ وجود تشابــه بين المنحنى AB والــمنحنى المأخوذ من ظهرة المحيط الأطلسي، الإختلاف الوحيد هو شكل التضاريس حيث تكون تضاريس المحيط الأطلسي كبيرة بالمقارنة مع تضاريس ظهرة «Galápagos» ويعود هذا الإختلاف في العمر.

محور الظهرة
A
B
10 Km
فالق عادي

الوثيقة (1)



الوثيقة (2)

إجابة التمرين 18

1 — من خلال المنحنى الشكل (1) يظهر أن الشذوذ رقم 24 حديث بينما الشذوذ رقم 32 قديم، يوجـد هذا الأخير على مستوى الساحل ويدل على بداية امتداد البحر.

2 — عمر الشذوذ رقم 24 هو 60 مليون سنة.
عمر الشذوذ رقم 32 هو 80 مليون سنة.

3 — استغرق انفتاح هذا البحر مدة تقدر بـ 20 مليون سنة.

إجابة التمرين 19

I — 1 — أ — ان الشذوذات المغناطيسية المجاورة للذروة حديثة في حين البعيدة عنها قديمة.



نستنتج : – أنه كلما ابتعدنا عن الذروة كلما أزداد عمر الصخور البركانية.
– على مستوى الذروة المحيطية يتوالى تدفق بازلتي يدفع جانبيا الصخور البازلتية القديمة مبعدا اياها عن الذروة.
ب – نتيجة هذه الظاهرة: اتساع قعر المحيط الأطلسي مؤديا إلى تباعد قارتي افريقيا وأمريكا الجنوبية.
2 – أ – بالنسبة للشذوذ رقم (5) :
المسافة الفاصلة بين الشذوذين 1 و5 = 185 كم = d.
فرق العمر (الزمن) بين الشذوذين 1 و5 = 9 مليون سنة = t.

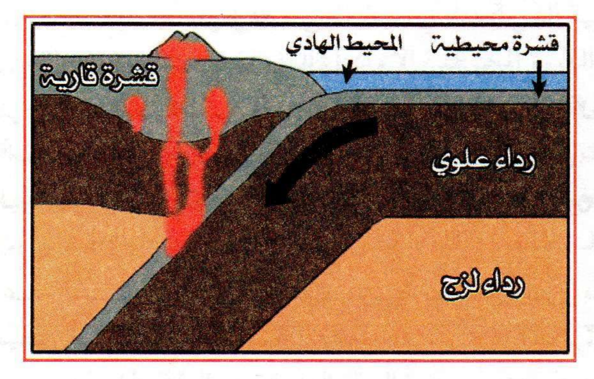
$$V = \frac{d}{t} = \frac{185}{9} = 20,55 \text{ Km/M.A} = 2,05 \text{ cm/an}$$

بالنسبة للشذوذ رقم (6) :
المسافة الفاصلة بين الشذوذين 5 و6 = 200 كلم = d.
العمر بين الشذوذين 5 و6 = 12 مليون سنة = t.

$$V = \frac{d}{t} = \frac{200}{12} = 16,66 \text{ Km/M.A} = 1,67 \text{ cm/an}$$

ب – ان سرعة اتساع قعر جنوب المحيط الاطلسي غير ثابتة وهي تختلف من زمن جيولوجي لآخر.

II – 1 – أ – يزداد عمر البؤر الزلزالية كلما ابتعدنا عن الخندق نحو القارة.
ب – يفسر هذا التوزع بانزلاق صفيحة المحيط الهادي تحت الصفيحة الاوروبية الأسيوية (الطمر) الذي ينتج عنها تكون سطح بنيوف Bénioff.
ج – الرسم.



2 – إتساع قعر المحيطات والطمر ظاهرتان متكاملتان حيث :
– على مستوى ذروة الوسط محيطية تتكون قشرة محيطية يؤدي إلى إتساع قعر المحيط.
– ينتج عن ظاهرة الطمر اختفاء للقشرة المحيطية ومنها تقارب القارتين.

إجابة التمرين 20

F_5

1 – الطبيعة الصخرية للقشرة المحيطية هي البازلت.
2 – عمر البازلت في التنقيب F1 أقدم من عمر البازلت في التنقيب F3 لأن أحدث تدفق بازلتي قريب من ذروة وسط المحيط الأطلسي.
3 – ان التنقيب F5 يماثل التنقيب F2 بالنسبة لذروة وسط المحيط الأطلسي لذلك F5 يشبه F2 من مكوناته.
4 – أ – الظاهرة التي تحدث على مستوى ذروة وسط المحيط: ظاهرة امتداد قعر المحيط.
ب – على مستوى ذروة وسط المحيط يتم تدفق البازلت القديم ويحل محله مما يؤدي إلى امتداد وتجديد قعر المحيط الأطلسي.
5 – تؤدي ظاهرة اتساع قعر المحيط إلى تباعد القار تين الإفريقية والأمريكية.



إجابة التمرين 21

أ – 1 – إن كل تباعد على مستوى الظهرات يقابله هدم على مستوى مناطق معينة وينتج عنه ظاهـرة الغـوص التي تنشأ عنها مجموعة من التضاريس ممثلة في الوثيقة (1 – ب) حيث:
1 ـ اللوح القاري، 2 ـ السلسلة الجبلية المحادية لمنطقة الغوص، 3 ـ اللوح المحيطي.
2 – المقارنة: يتشكل خندق بحري عندما تغوص القشرة المحيطية تحت القشرة القارية (ظاهرة الغوص).
الفرضية: تنتج ظاهرة الغوص نتيجة قوى الإنضغاط بين القشرتين

ب – 1 – يقع السلفــادور بين حافة الصفيحة الأمريكية ولوح كوكوس (منطقة نشطة تكتونيا) أي في منطقة تقارب لوحين تكتونيين.
2 – يقع السلفادور في منطقة تقارب اللوحين الأمريكي ولوح كوكوس: حيث ينتج عن تقاربهمـا انـزلاق صفيحة كوكوس المحيطية تحت صفيحة أمريكا القارية وينتج عن هذا الغوص زلازل متكررة نتيجة الفوالق التي تحدثها ظاهرة الغوص.
3 – الإكوادور تتميز ببراكين انفجارية حيث أن الظواهر البركانية التي تحدث على طول سلسلة جبال الأنديز هي من النوع الإنفجاري لأنها ناتجة عن غوص الصفيحة المحيطية للمحيط الهادي تحت الصفيحة القارية الأمريكية وتسمى هذه المنطقة بمنطقة بينيوف Bénioff.
4 – حدود الصفائح تتميز بنشاط بركاني مهم.

جـ – 1 – يدل توزع المراكز السطحية للزلازل في الخريطة على أحد حدود الصفائح التكتونية.
2 – صفيحة كوكوس (نازكا) صفيحة المحيط الهادي.
3 – المراكز السطحية للزلازل العميقة تكون داخل القارة.
– المراكز السطحية للزلازل السطحية تكون قريبة من حدود الصفيحة (في البحر) .
الاستخلاص: كلما ابتعدنا عن حدود الصفيحة كلما زاد عمق بؤر الزلازل.
4 – نستنتج ان توزيع البؤر الزلزالية يشكل مستوى يمتد من الحـد الفـاصل بين اللوح الطافي واللوح الغـائص في اتجاه اللوح الطافي.

د – تفسير ظاهرة الغوص: أن عـدم استقـرار منطقـة بينيوف مرتبط بعوامل أخرى من طبيعة جيوفيزيائية، جعلت على مستوى الخندق المحيطي أن القشرة المحيطية الثقيلة تنزلق تحت القشرة القارية الخفيفة بسرعة بضعة سنتمترات في السنة، وسميت هذه الحركة الـجيوفيزيائية بالغوص، ويؤدي صعود الـماغما من أعماق الـرداء والإنضغاطات المرتبطة بظاهرة الغوص إلى زيادة سمك القشرة القارية على مستوى سلسلة جبال الانديز.

إجابة التمرين 22

أ – 1 – 1 ـ لوح تكتوني محيطي، 2 ـ ظهرة وسط محيطية (فوالق تحويلية)، 3 ـ نقطة ساخنة، 4 ـ منطقة الغوص.
2 – أنواع الصفائح التكتونية في المجسم: صفائح تكتونية محيطية وأخرى قارية.
الطبقـة التي ترتكـز عليها الصفائـح التكتونيـة: البـرنس العلوي الذي يرتكز فـوق طبقـة الاستينوسفير (رداء مغماتي).
3 – طرق خروج الطاقة :
• جزء كبير من الطاقة يخرج على شكل حرارة تتمثل في البراكين، بقع ساخنة ومياه ساخنة.
• جزء ضئيل يكون على شكل طاقة ميكانيكية تتمثل في الزلازل.
4 – أن الطاقة الداخلية للأرض تزيد بزيادة العمق.

ب – 1 – التحليل: • عند عمق عشرات الكيلومترات تكون درجة الحرارة مقاربة لـ 1900 °م.
• عند عمق 2900 كلم تكون درجة الحرارة 3600 °م.



• عند عمق 5150 كلم تكون درجة الحرارة 5000 ^{o}م.
الاستنتاج: تزداد الحرارة الباطنية للأرض بزيادة العمق.

2 – نستنتج من الوثيقتين 4 و5: أن التدفق الحراري الأرضي يمكن أن ينتج عن:
• الزيادة في العمق.
• أو عن تحلل العناصر المشعة الموجودة في كل من القشرة القارية والقشرة المحيطية والبرنس الأرضي.

3 – الطاقة المنبعثة من القشرة الأرضية (قارية + محيطية) = $21,3 \times 10^{12}$ واط.
الطاقة المنبعثة من تحلل العناصر المشعة في كل من القشرة الأرضية والبرنس = $6,36 \times 10^{12}$ واط.
الاستنتاج: أن التدفق الحراري الناتج عن صخور القشرة الأرضية أكبر بكثير من التدفق الحراري الناتج عن تفكك العناصر المشعة.

4 – التدفق الحراري ينتج عن زيادة درجة الحرارة مع العمق وصعود المواد الساخنة من الأعماق نحو السطح.

إجابة التمرين 23

أ – 1 – الترتيب: 2 ← 1 ← 4 ← 3
2 – نظرية زحزحة القارات.
3 – الدليل: دليل خرائطي (وجود تكامل بين شاطئ غرب إفريقيا وشاطئ شرق أمريكا الجنوبية).
4 – تشكل بين القارتين المحيط الأطلسي.

ب – 1 – الظاهرة الجيولوجية التي تحدث في وسط المحيط هي: البركانية.
2 – كلما ابتعدنا عن الذروة المحيطية إلا وازداد عمر القشرة المحيطية بملايين السنين بشكل متماثل.
3 – بدأ إنفتاح المحيط الأطلسي منذ 135 مليون سنة.
التعليل: الطبقات التي توجد على حافتي أفريقيا وأمريكا الجنوبية تشكلت منذ 135 مليون سنة.
4 – يتم اتساع قعر المحيط الأطلسي بفعل التدفق البازلتي المستمر على مستوى ظهرة (ذروة) وسط المحيط مما يؤدي إلى دفع البازلت القديم في اتجاه القارتين مما يجعل المحيط الأطلسي يزداد اتساعا.

إجابة التمرين 24

أ – 1 – انطلاقا من الخريطة ودليلها نستنتج أن الظهرات وسط محيطية تعتبر مناطق تسرب الطاقة بشكل كبير.
2 – تعتبر مناطق الغوص أماكن تسرب الطاقة بشكل منخفض.

ب – التدفق الحراري = الجيوحراري × ناقلية الحرارة للصخور.
1 – الأماكن التي يكون فيها التدفق الحراري أكبر من 0,06 واط/م^2 هي الظهرات وسط محيطية.
2 – الأماكن التي يكون فيها التدفق الحراري أصغر من 0,06 واط/م^2 هي مناطق الغوص.

جـ – 1 –

	الحجم (كلم^3)	الطاقة المنبعثة (واط/كلم^3)	الطاقة المنبعثة (واط)
القشرة القارية	10^9 x 4.5	1700	3150 x 10^9
القشرة المحيطية	10^9 x 4	300	1200 x 10^9
البرنس	10^9 x 920	30	21600 x 10^9
النـــواة	10^9 x 180	0	0
الطاقة الكلية المنبعثة عن تفكك النظائر المشعة بالواط			10^{12} x 36.45
الطاقة الكلية			10^{12} x 62.4

2 – المصادر الأساسية للتدفق الحراري الأرضي هي القشرة الأرضية والبرنس وتنتج عن التدفق الحراري الناتج عن الصخور والتدفق الحراري الناتج عن تفكك العناصر المشعة التي تدخل في تكوين القشرة والبرنس.

إجابة التمرين 25

1 — الصفيحة جزء من الغلاف الصخري تطفو فوق الأستينوسفير وتكون محدودة إما بمنطقة الطمر أو ذروات محيطية.

2 — عدد الصفائح على الوثيقة ثلاثة وهي:

– جزء من صفيحة المحيط الهادي.

– صفيحة نازكا.

– صفيحة أمريكا.

3 — أسماء الوثيقة:

1 ـ القشرة المحيطية.

2 ـ الرداء العلوي.

3 ـ الغلاف الصخري المحيطي.

4 ـ ذروة وسط المحيط.

5 ـ الرداء المتوسط أو الاستينوسفير.

6 ـ القشرة القارية.

7 ـ الرداء المتوسط.

8 ـ الغلاف الصخري القاري.

4 — في مستوى المنطقة A: وهي ذروة وسط المحيط يتم تدفق بازلتي مستمر حيث أن البازلت الجديد يدفع البازلت القديم مما يؤدي إلى اتساع قعر المحيط.

في مستوى المنطقة B: وهي منطقة الطمر، يتم تقارب الصفائح مما يؤدي إلى انغراز الصفيحة المحيطية الأكثر كثافة تحت الصفيحة القارية الأقل كثافة فينشأ عن ذلك زلازل وتشوهات وبركنة انفجارية.

إجابة التمرين 26

1 — الظاهرة : اتساع قعر المحيط.

2 — منطقة الطمر.

3 — عدد الصفائح التكتونية 3.

4 — الترتيب: A ← C ← B.

5 — المسافة بين الهند وإفريقيا ناتج عن ظاهرة اتساع قعر المحيط وذلك على مستوى ظهرة وسط المحيط (المنطقة I) حيث أن التدفق البازلتي المستمر يؤدي إلى دفع البازلت القديم جانبا مما يجدد قعر المحيط فيتم امتداده.

6 — تقارب الصفيحة الهندية من الصفيحة الأوروأسيوية في المنطقة II وهي منطقة الطمر حيث أن الصفيحة الهندية الأكثر كثافة تنغرز تحت الصفيحة الأوروأسيوية الأقل كثافة مما يؤدي إلى الاصطدام فتتشكل جبال الهملايا بفعل القوى الإنضغاطية.

7 — تأثير ظاهرتي اتساع قعر المحيط والطمر على حجم الكرة الأرضية هو الثبات.





يحتوي هذا الكتاب (الجزء الثاني) على :

200 تمرينا بحلولها الكاملة موزعة كما يلي :

أولا - التخصص الوظيفي للبروتينات :

5 - دور البروتينات في الإتصال العصبي. (76 تمرين)

ثانيا - تحويل الطاقة. (98 تمرين)

ثالثا - التكتونية العامة (الجيولوجيا) (26 تمرين)

ملاحظة :

يوجد ضمن التمارين إجابات تمارين الكتاب المدرسي.

